7. INTERNATIONAL

MEDITERRANEAN

SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

19-20 April 2025

ANTALYA

EDITORS:

Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ

Prof. Dr. Baki ÇİÇEK



www.isarconference.org

İKSAD Publishing House

CONGRESS BOOK

INDEX

CONGRES ID		II-IV
PROGRAM		V-XXXIII
GALLERY		XXXIV-XLI
ACADEMIC INCENTIVE		XLII
NOTIFICATIONS		XLIII- LII

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

7. INTERNATIONAL MEDITERRANEAN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

DATE AND PLACE

19-20 APRIL 2025, ANTALYA/TURKEY

ORGANIZATION

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

GENERAL COORDINATOR

Uzm. Yasemin AĞAOĞLU

EDITOR

Prof. Dr. Baki ÇİÇEK
Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA
Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Prof. Dr. Mehmet DEMİR
Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Prof. Dr. Serpil ÜNVER SARAYDIN
Prof. Dr. Tolga ULUSOY
Prof. Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR
Assoc. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ
Assoc. Prof. Dr. Erhan ERDEL
Assoc. Prof. Dr. Filiz RANDA ZELYÜT
Assoc. Prof. Dr. Gamze Ebru ÇİFTÇİ
Assoc. Prof. Dr. Gönül HASANOVA
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Murat IŞIK
Assoc. Prof. Dr. Kübra YAZİCİ
Assoc. Prof. Dr. Malik YILMAZ
Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK
Assoc. Prof. Dr. Özlem ÜLGER DANACI
Assoc. Prof. Dr. Sancar BULUT
Assoc. Prof. Dr. Seda BENGİ
Assoc. Prof. Dr. Şükrü KALAYCI
Assoc. Prof. Dr. Zamıg TEHMEZOV
Assoc. Prof. Dr. Zeynep Deniz ŞAHİN İNAN
Dr. Elvan CAFEROV
Dr. Fatma AZİZOĞLU
Dr. Gönül GÖKÇAY
Dr. Hayri YILDIRIM

ISBN: ''978-625-378-231-3''

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Ali OKATAN
İstanbul Aydın University
Prof. Dr. Anwar Ali Shah G. SYED
University Of Sindh Jamshoro
Prof. Dr. Ivan PAVLOVİC
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia
Prof. Dr. Morakeng EDWARD
Kenneth LEBAKA University Of Zululand
Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
Cumhuriyet University
Prof. Dr. Jaın SADHNA
Unıversıty Of Delhı
Prof. Dr. Manole COJOCARU
Titu Maiorescu University
Prof. Dr. Mustafa Fedai ÇAVUŞ
Osmaniye Korkut Ata University
Prof. Dr. Mustafa Onur ALADAĞ
Selçuk University
Prof. Dr. Nurdan KALAYCI
Gazi University
Prof. Dr. Mustafa METE
Gaziantep University
Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Sivas Cumhuriyet University
Prof. Dr. Orhan ZEYBEK
Balıkesir University
Prof. Dr. Selahattin YAVUZ
Erzincan Binali Yıldırım University
Prof. Dr. Seyfi ŞEVİK
Hitit University
Prof. Dr. Sevi ÖZ
Ankara Hacı Bayram Veli University
Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Atatürk University
Prof.Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR
Bitlis Eren University
Prof. Dr. Zharkynbıke SULEIMENOVA
Kazakh Natıonal Women's Pedagogıcal Unıversıty
Assoc. Prof. Dr. Abdulkerim DİLER
Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. Armel MBON
Marien Ngouabi University
Assoc. Prof. Dr. Azimbaeva GULBAYRA
Kazakh National Women's Pedagogical University
Assoc. Prof. Dr. Betül GÜZELDİR
Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Karabük University
Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ
Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. Hasan TELLİ
Mersin University
Assoc. Prof. Dr. Oqtay QULİYEV
Azerbaycan Devlet İktisat University
Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk RENÇBER
Gaziantep University
Assoc. Prof. Dr. Sahure YARİŞ
Dicle University

Assoc. Prof. Dr. Salman Bashir MEMON
Shah Abdul Latif University
Assoc. Prof. Dr. Sancar BULUT
Kayseri University
Assoc. Prof. Dr. Sevcan YILDIZ
Akdeniz University
Assoc. Prof. Dr. Syed Ali Raza NAQVI
Government College University Faisalabad
Assoc. Prof. Dr. Tamer TURGUT
Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. Victoria POSTOLACHE
Alecu Russo Balti State University
Assoc. Prof. Dr. Yılmaz SEÇİM
Necmettin Erbakan University
Assoc. Prof. Dr. Zamıg TEHMEZOV
Azerbaycan Devlet Pedagoji University
Dr. Ajay B. GADİCHA
Sant Gadge Baba Amravati University
Dr. Amira TANDİROVİC GURSEL
Adana Alparslan Türkeş University of Science and Technology
Dr. Aqil MEMMEDOV
Azerbaycan Devlet İktisat University
Dr. Babak SAFAEI
Tsinghua University
Dr. Elşen MEMMEDLİ
Azerbaycan Devlet İktisat University
Dr. Faisal SULTAN
Hazara University
Dr. Ghanshyam BARMAN
Uka Tarsadia University
Dr. Gülnar MİRZEYEVA
Azerbaycan Devlet İktisat University
Dr. Gülşen MEHERREMOVA
Azerbaycan Diller University
Dr. Hassan ZARIOUH
Mohammed First University
Dr. Iram Liaqat AWAN
Government College University
Dr. Irina-Ana DROBOT
Technical University of Civil Engineering Bucharest, Romania
Dr. İslam DEVİREN
MEB
Dr. Joanna HERNİK
West Pomeranian University of Technology
Dr. Nurhoca AKBULAYEV
Azerbaycan Devlet İktisat University
Dr. Rida ZULFİQAR
University of Szeged
Dr. Taha Yasin ÖLMEZTOPRAK
Adıyaman University
Dr. Tatia DOLİDZE
European University
Dr. Yaşar SUBAŞI
Van Yüzüncü Yıl University

ISARC

7. INTERNATIONAL MEDITERRANEAN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

19-20 APRIL 2025

ANTALYA

CONGRESS PROGRAM

JOIN ZOOM MEETING:

19.04.2025

Meeting ID: 850 5127 1111 Passcode: 010024

https://us02web.zoom.us/j/85051271111?pwd=2TR75haHhv0EvS8usx33GE8fX75nXu.1

20.04.2025

Meeting ID: 825 8270 2407 Passcode: 378145

https://us02web.zoom.us/j/82582702407?pwd=tFR23axBa42Hub5V1nXPe2w4XRImGO.1

PARTICIPATING COUNTRIES

Algeria/Argentina/Azerbaijan/Ecuador/Fas/Georgia/Jordan/Kosova/India/Indonesia/Iran/Malaysia/Mexico/ Moldova/Nigeria/Pakistan/Philippines/Serbia/Sri Lanka/Uzbekistan/Vietnam



ÖNEMLI, DIKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN

- Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- Online sunum yapabilmek için **https://zoom.us/join**sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID orPersonal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışıyor.
- Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 5 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmalarıgerekmektedir.
- Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

DIKKATEDILMESIGEREKENLER- TEKNİK BİLGİLER

- Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir
- Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to attend a meeting online, login via **https://zoom.us/join**site, enter ID "Meeting IDor Personal Link Name" and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

POINTS TO TAKE INTO CONSIDERATION - TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congressprogram.

ÖNEMLİ NOT: SUNUMLARINIZI HEM TÜRKÇE HEM İNGİLİZCE HAZIRLAMANIZI RİCA EDERİZ

19.04.2025

SATURDAY / 14:00-16:00

SESSION-1 HALL-1

MODERATOR: Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
İsmail BAYYİĞİT Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ Mustafa Kenan GEÇER	Mardin Artuklu University, Atatürk University, Bolu Abant Izzet Baysal University	Olive and: Human health
Beyza ERSOY Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ Mustafa Kenan GEÇER	Atatürk University, Bolu Abant Izzet Baysal University	Organic acid content in fruits of *Rosa pimpinellifolia* L. (syn. *Rosa spinosissima* L.) genotypes
Prof. Dr. Seval Sevgi KIRDAR Zeynep KUŞÇU	Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Lermonos Winery, Çal, Denizli	Traditional Denizli Burn Smelled Strained Yogurt Production And Determination Of Changes In Textural Properties During Storage
Prof. Dr. Seval Sevgi KIRDAR	Burdur Mehmet Akif Ersoy University	General Evaluation Of Antalya Province Geographical Indication Registered Products
İrem CÖMERT Assist. Prof. Dr. Oya ERALP İNAN Assoc. Prof. Dr. Yasin ALTAY	Eskisehir Osmangazi University	Sexomorphometric Characterization Of *Bombyx Mori* L. Using Some Cocoon Features Using Some Tree-Based Data Mining Algorithms

19.04.2025

SATURDAY / 14:00-16:00

SESSION-1 HALL-2

MODERATOR: Prof. Dr. Baki ÇİÇEK

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ketrin ZEKİ Mevlüde CANLICA	Yıldız Technical University	The Potential Effect Of Asymmetric Gallium Structure In Photodynamic Therapy
Lect. Mesut NAMLI Lect. Dr. Uğur IŞIK	Artvin Coruh University	Hydrogen Generation From NABH 4 Methanolysis Using Cobalt Phthalocyanine Complex
Dr. Ecz. Seda ÖNDER	Hacettepe University	Evaluation of the Effects of Chlorpyrifos Oxon on Protein Crosslinking in PS70 Cells
Hicret BAYCAR Prof. Dr. Baki ÇİÇEK	Balıkesir University	Yeni Benzoguanamin Aza Taç-Eter Ve Kriptandin Çevre Dostu Sentezi Ve Karakterizasyonu
Kübra NERGİZ GÜRBÜZER Mevlüde CANLICA	Yıldız Technical University	Magnesium Phthalocyanine Complexes In Photodynamic Therapy: Role And Mechanisms
Sevil SULEYMANOVA Leyla VALİYEVA	Ministry of Science and Education, Baku, Azerbaijan	Studyıng Genetıc Polymorphısm In Anthocyanın-Rıch Forms Of Maıze Wıth Molecular Markers
Sevil SULEYMANOVA	Ministry of Science and Education, Baku, Azerbaijan	DNA Characterization In Anthocyanin-Rich Forms Of Maize

19.04.2025

SATURDAY / 14:30-16:30

SESSION-2 HALL-3

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Gülten ADALI

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Serkan AYDIN Sercan ÖNCEN	Tekirdağ Namık Kemal University	Investigation Of Body Components Of Professional League Handball Players According To Sex Variables
Assoc. R. N. RZAYEVA	Named after Acad. Z.M. Bunyadov of ANAS Institute of Orienta Studies	Mashrab, sect and sect
Aslanova Şəbinur Namiq kızı	Baku Slavic University	Formation Of Quality Culture In Higher Education Institutions
Assoc. Prof. Dr. Gülten ADALI Assist. Prof. Dr. Zeynep Nihan BAKIR	Akdeniz University, Avrasya University	Collectivism In Advertisements: An Evaluation On 'Sabancı Republic Mobilisation' Social Responsibility Campaign Advertisements
Assist. Prof. Dr. Zeynep Nihan BAKIR Assoc. Prof. Dr. Gülten ADALI	Avrasya University, Akdeniz University	The Reproduction Of National Identity In Television Series: The Series 'Teşkilat' As A Popular Culture Study
Dr. Berkay LÖKLÜOĞLU Sedat ÖZCAN	Hatay Mustafa Kemal University, Süleyman Demirel University	The Effect Of Reformer Pilates And Physiotherapy On Scoliosis Curvature In Patients With Scoliosis
Elif ALADAĞ	Iğdır University	Records On Marriage In Urfa Shar' Iyye Registers
Assist. Prof. Dr. Gülsüm KORALTÜRK	İstanbul University -Cerrahpaşa,	Evaluation of Antalya Cruise Port in Terms of Passenger Demand and Cruise Lines
Assist. Prof. Dr. Gülsüm KORALTÜRK	İstanbul University -Cerrahpaşa,	Evaluation of Izmir Province in Terms of Cruise Tourism

19.04.2025

SATURDAY / 14:30-16:30

SESSION-2 HALL-4

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Hilal SEKİ ÖZ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Enes KAŞIKÇI Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ	Ankara Yıldırım Beyazıt University	Tahribatsız Muayenede Kullanılan Radyoaktif İzotopu İridyum-192 Sağlık Üzerındeki Etkileri
Erol ÖZCAN Prof. Dr. Güven ÇANKAYA Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ	Ankara Yıldırım Beyazıt University	Kimyasal Savaş Ajanlarından İperitler
Dr. Döne GÜNAY Assist. Prof. Dr. Bahar TÜRKMENOĞLU	Sivas Numune Hospital/ Sivas Cumhuriyet University	Digital Health Literacy And Bibliometric Overview In Individuals With Heart Failure Diagnosis
Assist. Prof. Dr. Bahar TÜRKMENOĞLU Dr. Döne GÜNAY	Sivas Cumhuriyet University/ Sivas Numune Hospital	Quantitative Overview Of Nursing Studies On Prisoners In The Literature: A Bibliometric Analysis
Resc. Assist. Dr. Ayşe EMİNOĞLU Esra DÜZ Melike DURMUŞ	Gaziantep Islam, Science and Technology University	Tele Health And Digital Transformation In Nursing
Resc. Assist. Dr. Ayşe EMİNOĞLU Fatma Nur GÖKBURUN	Gaziantep Islam, Science and Technology University	Training Nurses Of The Future: Education With Artificial Intelligence And CHATGPT
Assoc. Prof. Dr. Hilal SEKİ ÖZ Didem AYHAN	Kırşehir Ahi Evran University, Bandırma Onyedi Eylül University	A Review Of Exercise Motivation And Obstacles
Assoc. Prof. Dr. Hilal SEKİ ÖZ Didem AYHAN	Kırşehir Ahi Evran University, Bandırma Onyedi Eylül University	A Review Of The Importance Of Physical Exercise In Old Age

19.04.2025

SATURDAY / 14:30-16:30

SESSION-2 HALL-5

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Ebru SAĞLAM

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Hilal OK BOSTAN	Recep Tayyip Erdoğan University	Prosthodontic Rehabilitation Of A Hypothyroid Patient: A Case Report
Assoc. Prof. Dr. Ebru SAĞLAM	İstanbul Medeniyet University	Periodontal And Peri-Implant Disease Classification: Innovations, Inadequacies
Hatice ÜZÜMCÜ Abdullah MISIRLIOĞLU	Sivas Cumhuriyet University	Violence In Healthcare: A University Hospital Example
İpek ÇAĞLAR	Recep Tayyip Erdoğan University	Effect Of Surface Cleaning Process On Bond Strength
İpek ÇAĞLAR	Recep Tayyip Erdoğan University	Prosthodontic Rehabilitation Of A Patient With Cleft Palate: A Case Report
Rabia ÇİÇEK İpek ÇAĞLAR	Recep Tayyip Erdoğan University	Case Report: Successful Prosthetic Treatment Of A Dentigerous Cyst In A Pediatric Patient
Assist. Prof. Dr. Esma GÖKÇE Prof. Dr. Sevban ARSLAN	Toros University, Çukurova University	Virtual Reality Technology In Pain, Anxiety, And Comfort Management In Surgical Procedures

19.04.2025

SATURDAY / 14:30-16:30

SESSION-2 HALL-6

MODERATOR: Prof. Dr. Gökçe DEMİR

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Gökçe DEMİR Akile EREN	Kırşehir Ahi Evran University	A Review On Behavioural Addiction And Nursing Practices
Akile EREN Prof. Dr. Gökçe DEMİR	Kırşehir Ahi Evran University	Pathological Skin Picking Disorder And Nursing Practices
Lamiya MAHMUDOVA Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ Ayla EKER SARIBOYACI Tayfun ŞENGEL	Eskişehir Osmangazi University	Investigation of the immunomodulatory effects of preconditioned Wharton's gel-derived mesenchymal stem cells
Aytən İlham qızı Alışanlı	Baku State University	Characteristics Of Emotional Intelligence In Convicts Who Have Committed Crimes Against Life And Health
Hacı Mehmet ÇALIŞKAN Ömer JARADAT	Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir Training and Research Hospital	Atypical Unilateral Contrast-Induced Nephropathy In A Patient With Peritoneal Carcinomatosis: A Case Report
Hacı Mehmet ÇALIŞKAN	Kırşehir Ahi Evran University	Polyarteritis Nodosa Presenting As Splenic Infarction: Diagnostic Challenge
Assist. Prof. Dr. Enes DALMANOĞLU	Balıkesir University	A Case Of Brucellosis Presenting As A Thigh Abscess

19.04.2025

SATURDAY / 14:30-16:30

SESSION-2 HALL-7

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Betül CANIMKURBEY

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Betül CANIMKURBEY	Ankara Hacı Bayram Veli University	Optimization And Performance Evaluation Of MDMO-PPV-Based Luminescent Solar Concentrators For Scalable Photovoltaic Applications
Saffet Gökçen ŞEN	Erzurum Technical University	Determination Of Identity Vectors For Binary Images By Means Of Various Gradient Based Optimization Algorithms And Simple Inner Product
Rəşad MÜRŞÜDOV	Baku State University	Artificial Intelligence And Criminal Responsibility: Between Human Culpability And Machine Accountability
Seyit VATANSEVER Alper YILMAZ Gökay BAYRAK	Bursa Technical University	Real-Time Detection Of Cutting Tool Wear Based On Vibration Data In Industrial Machining Systems
Mammadova Aygun Mammad	Ministry of Science and Education of Azerbaijan Republic	Position-Dependent Mass Harmonic Oscillator Models With Different Kinetic Energy Operators Under The Homogeneous Gravitational Field

19.04.2025

SATURDAY / 14:30-16:30

SESSION-2 HALL-8

MODERATOR: Prof. Dr. Nizami AKTÜRK

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Rabia BAŞARAN Gökay BAYRAK	Bursa Technical University	Investigation Of Artificial Intelligence Decision Tree Method In A Rooftop Photovoltaic Power Plant
Ahmed Kerem DENİZ Prof. Dr. Nizami AKTÜRK	Gazi University	Investigation Of Fatigue Crack Growth And Dynamic Behavior In Spur Gears
Sadık ATA	KTO Karatay University	Thermo-Economic Analysis Of A Geothermal-Driven Steam Flash Cycle Integrated With Kalina And Water Electrolyzer
Samina RUSTAMOVA	Nakhchivan State University	The Role Of Biometric Authentication And Identification Technologies In Information Security: Applications, Risks And Perspectives
Sercan CAN Veli ÖZTÜRK Oğuz YÖRÜK	Mustafa Kemal University, Uludağ University, Dumlupınar University	Compliance Of Passenger Seats With Ece R14 Regulation And Finite Element Analysis Approach

20.04.2025

SUNDAY /09:00-11:00

SESSION-1 HALL-1

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Eylem YALÇINKAYA ÖNDER

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ali Sercan KARAKAŞ Nuri Murat YAĞMURLU	Inonu University	Application Of Subdomain Finite Element Method Based On A Model Problem
Ali Sercan KARAKAŞ Nuri Murat YAĞMURLU	Inonu University	Numerical Investigation Of A Prototype Problem Vıa Quintic Hermite Subdomain Method
Ali Sercan KARAKAŞ Nuri Murat YAĞMURLU	Inonu University	A Case Study On The Use Of Septic Hermite B-Spline Basıs Functions With Subdomain Fem
MSc Aslı İLHAN ŞAHİN Assoc. Prof. Dr. Eylem YALÇINKAYA ÖNDER	Çanakkale Onsekiz Mart University	Determining The Relationship Between Middle School Students' Environmental Identities And Sustainable Environmental Attitudes
Firdevs KAYRAK Menekşe Seden TAPAN BROUTİN Rıdvan EZENTAŞ	Bursa Uludağ University	Investigation Of Pre-Service Mathematics Teachers' Content Knowledge On Representing Fractions With Different Models In The Context Of Fraction Schemes
Firdevs KAYRAK Gül KALELİ YILMAZ Rıdvan EZENTAŞ	Bursa Uludağ University	Mathematics Teachers' Views On The Common Written Exam Administered By The Ministry Of National Education

20.04.2025

SUNDAY /09:00-11:00

SESSION-1 HALL -2
MODERATOR: Prof. Dr. Mustafa DİĞLER

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Koray OZSEKER	Karadeniz Technical University	Areal And Temporal Pathways Of Marine Litter Pollution In Recreational Beach: A Case Study Of Ortahisar Beaches, Türkiye
Fatih Burak BÜYÜKDEMİRCİ Mustafa Murat KAVURMACI	Aksaray University	Rehabilitation Activities For The Railway Tunnel Damaged During The February 6th Kahramanmaraş Earthquakes
Gülçin Gülsüm KONUK TAŞTAN Lect. Işıl İPLİK	Yıldız Technical University, İstanbul Nişantaşı University	The Temporal Development Of Measurement And Evaluation Techniques For Thermal Comfort Parameters
Prof. Dr. Mustafa DİĞLER	Karamanoğlu Mehmet Bey University	The Transformation Of European Painting In The First Half Of The 20th Century: Wassilly Kandinsky, Pioneer Of Abstract Art
Prof. Dr. Mustafa DİĞLER	Karamanoğlu Mehmet Bey University	Andy Warhol The Integration Of Art With Pop Culture, Power And Politics

20.04.2025

SUNDAY /09:30-11:30

SESSION-2 HALL -3

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Mustafa KUCUKTUVEK

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Casim YAZICI	Ağrı İbrahim Çeçen University	Structural Optimization of Storage Rack Base Plates Using Finite Element Analysis
Assoc. Prof. Dr. Mustafa KUCUKTUVEK	İskenderun Technical University	The Impact Of Technological Developments On Interior Architecture Education And Professional Practice: A Short- And Long-Term Evaluation
Assist. Prof. Dr. Fatma SEDES İç Mim. Ayşen Gülbin ÖREK	Istanbul Aydin University	Doğu Karadeniz Kırsal Mimarisi
Fatih SÖZLEŞEN Emel EFE YAVAŞCAN	Niğde Omer Halisdemir University	Documentation Studies Of Ortahisar Traditional House In The Context Of Cultural Tourism
Fırat Can ÖNDER Uğur ALBAYRAK	Eskişehir Osmangazi University	Effect Of Plate Thickness Configuration On The Buckling Behavior Of Composite Plates
Gökçen Tuba ERİN Prof. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY	Gazi University	Assessing Integrated Practices And Early Stakeholder Involvement In Public Construction Projects
Aybüke ÜRKMEZ Prof. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY	Gazi University	Interpreting Passive Design Parameters For Buildings Within The Technological Evolution: A Comparative Study Of Passive, Smart, And Autonomous Approaches

20.04.2025

SUNDAY /09:30-11:30

SESSION-2 HAL -4

MODERATOR: Dr. Zeliha KALDIRIM

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mücahit ÜLGER Mert TOPCU	Kırşehir Ahi Evran University, Alanya Alaaddin Keykubat University	The Impact Of Quality Growth On Inflation In Turkiye (1990–2019)
Mücahit ÜLGER Ebru TOPCU	Kırşehir Ahi Evran University, Alanya Alaaddin Keykubat University	Globalization And Economic Complexity: Evidence From Brics Countries
Dr. Zeliha KALDIRIM	Milli Eğitim Bakanlığı, İstanbul	Bibliometric Analysis Of International Publications On IFRS 9 Financial Instruments Standard
İmtisal ŞAHİN Öykü KAYA Selin BİLİR Assoc. Prof. Dr. Hasan ŞAHİN Resc. Assist. Merve YILMAZ	Bursa Technical University	A Strategic Tool In Multi-Sectoral Process Improvement: The Application Potentıal Of The Taguchi Method
Dr. Yusuf KALDIRIM	Milli Eğitim Bakanlığı, İstanbul	Bibliometric Review Of Academic Studies On Lean Accounting
Lect. Dr. İlknur ERGÜN	Tekirdağ Namık Kemal University	Disclosures By Subsidiaries Without Public Accountability Under IFRS 19: Comparison Of IAS 12 Income Tax Disclosures With IFRS 19 Disclosures
İlgar ALİYEV	Nişantaşı University	The Impact Of Marketing Strategies On Consumer Attitudes In Health Communication
Kaan SOĞANCI Mahmut Sami ÖZTÜRK	Suleyman Demirel University	Examining The Effect Of Digitalization On Tax Audit With The Analytical Hıerarchy Process Method

20.04.2025

SUNDAY /09:30-11:30

SESSION-2 HALL-5

MODERATOR: Prof. Dr. Aylin M. DELİORMANLI

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Tuğberk KOCATEKİN	İstanbul Arel University	Yapay Zeka Çağında Eğitimde Akademik Dürüstlük: Tehditler Ve Stratejiler
Assist. Prof. Dr. Sema ATASEVER	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University	Obesity Levels Classification Using A Hybrid Method: Support Vector Machine Optimized By Genetic Algorithm
Enes GÜVELİOĞLU Çiğdem İNAN ACI	Çukurova University, Mersin University	Creation Of A Unique Vehicle Detection Dataset For Military And Civilian Vehicle Classification And Comparative Analysis Of The Models
Fadile ÖZTÜRK Assist. Prof. Dr. Nursena BAYĞIN Assist. Prof. Dr. Sefa KÜÇÜK	Erzurum Technical University	Deep Learning Supported ECG Image Analysis In Heart Diseases Diagnosis
Sercan ENSOYLU Prof. Dr. Aylin M. DELİORMANLI	Manisa Celal Bayar University	Investigation Of Amoxicillin Loading And Release Behavior Of Sodium Alginate/Bioactive Glass Composite Hydrogels Used In Bioprinting
Sercan ENSOYLU Prof. Dr. Aylin M. DELİORMANLI	Manisa Celal Bayar University	Preparation And Characterization Of Sodium Alginate/Bioactive Glass Microfibers For Tissue Engineering Applications
Bahri Can ABACI Bülent BOSTAN Lect. Dr. Gözde ALTUNTAŞ	Gazi University	Comparison Of Structural, Mechanical And Thermal Properties Of NiTi And Cu-NiTi Orthodontic Wires

20.04.2025

SUNDAY /12:30-14:30

SESSION-3 HALL-6

MODERATOR: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Tuğçe ÖZSAN KILIÇ Prof. Dr. Ahmet Naci ONUS	Akdeniz University	Breeding Efforts In Okra, A Neglected Product
Assoc. Prof. Dr. Tuğçe ÖZSAN KILIÇ Prof. Dr. Ahmet Naci ONUS	Akdeniz University	Current Approaches To Vegetable Breeding
Umay Merve ŞENTURAN Ilgaz AKATA Ergin Murat ALTUNER	Kastamonu University, Ankara University	Evaluation Of The Antimicrobial And Antioxidant Activities Of Ethanol And Chloroform Extracts Of *Fomitopsis Pinicola*
Prof. Dr. Murat ŞEVİK	Necmettin Erbakan University	Animal Oncogenic DNA Viruses
Prof. Dr. Murat ŞEVİK	Necmettin Erbakan University	Clinical Signs Of Prion Diseases In Humans
Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL Tuğrul VAROL	Bartın University	Prediction Of Juvenile Dynamıcs Using Machine Learning Algorithms In Natural Regeneration Areas Of Oriental Beech (*Fagus orientalis Lipsky*) In Bartın-Kumluca
Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL Tuğrul VAROL	Bartın University	Prediction Of Morpho-Genetic Characteristics In Some Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Provenances By Machine Learning Algorithms

20.04.2025

SUNDAY /12:30-14:30

SESSION-3 HALL-7

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Emel TÜZEL İŞERİ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Lect. Dr. Okan DEDE	Karabük University	Preparatory Class Students' Metaphorical Perceptions Towards Learning English
Lect. Dr. Okan DEDE	Karabük University	Developing Virtual Reality Scale In Education: Validity And Reliability Study
Resc. Assist. Ayşenur ERĞÜN Assoc. Prof. Dr. Muzaffer DURAN	Bingöl University, Süleyman Demirel University	Scythian Depictions On Greek Vases
Gülnihal GÜVEN Menekşe Seden TAPAN BROUTIN Çiğdem ARSLAN	Bursa Uludag University	An Investigation Of Mathematics Teachers' Views On Dynamic Geometry Software Across Different Types Of High Schools
Lect. Dr. Ramis Onur ÖRÜK	Mehmet Akif Ersoy University	Examining Stockholm Syndrome In Aviation: Understanding The Psychological Dynamics Between Hostages And Kidnappers In Aircraft Hijacking Incident
Assist. Prof. Dr. Özgür ASLAN Assist. Prof. Dr. Ekin Bahar İLİK	Avrasya University	Comparative Analysis Of Blutv And Netflix Websites Within The Framework Of Dialogical Communication Theory
Assoc. Prof. Dr. Emel TÜZEL İŞERİ Exp. Teacher Burcu ÖZTÜRK	Tokat Gaziosmanpasa University	Investigation Of Personal Variables Affecting The Career Decisions Of Pre-Service Teachers
Dr. Mustafa ÇAKIR	Iskenderun Technical University	Survival Prediction In Heart Failure Patients Using Machine Learning And Decision Support Systems: Data Analysis And Model Performance Comparison
Assist. Prof. Dr. Ahmet ÖZKAN	Galatasaray University	Sürgün, Beden, Bellek: Maryse Conde'nin Ben Tıtuba Salem'in Kara Cadısı Romanında Kolonyal Kimlik Ve Kadın

20.04.2025

SUNDAY /12:30-14:30

SESSION-3 HALL-8

MODERATOR: Prof. Dr. Muhammad TAYYAB

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Saloni SHARMA Suhani SHARMA	Manav Rachna International Institute of Research Studies, Faridabad, Jamia Hamdard University India	Ethical AI: Balancing Innovation and Privacy – Addressing Bias, Transparency, and Accountability
Chaima MOUFFOUK, Soumia MOUFFOUK, Hamada HABA, Abdelbasset TAMERSIT, Oussama KHAOUA	University of Batna 1, University of Batna 2, Algeria.	Saponins From Scabiosa Stellata As Natural Anti-inflammatory Candidates And Powerful Inhibitors Of Cyclooxygenases 1 And 2,5-Lipoxygenase, And NF-κB Protein: In Vivo, Molecular Docking,And In Silico Approaches.
R. VIDHYALAKSHMI K. RAJAGANAPATHY	Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai	Investigation of the Degradation Pathways of a Pharmaceutical Compound using LC-MS/MS and NMR Spectroscopy
El Rhoch MOHAMED, Maazouzi SOUKAINA, Mouden NAJOUA, Sellal ZINEB, Selmaoui KARIMA, Ouazzani Touhami AMINA, Douira ALLAL	Université Ibn Tofaïl, Kenitra, Maroc,Fas	Beneficial effect of *Trichoderma* used as seed treatment for promoting the growth of young argan seedlings
Habib Shehu JIBRIN, Muhammad Kabir IDRIS, Aminu Adamu AHMED	Federal Polytechnic, Abubakar Tafawa Balewa University, Nigeria	Exploring Smart Contracts in Supply Chains: Enhancing Transparency and Efficiency through Blockchain Technology
M. Abu BAKR, Muhammad ZAID, Muhammad UMAIR, Irsa QASIM, Ayesha ASGHAR, Dr. Mah Ru Nisa ATIF, Dr. Nabiha IQBAL	Hajvery University, Pakistan	Managing acne induced post inflammatory hyperpigmentation by using dermocosmetics
Prof. Dr. Muhammad TAYYAB	University of Veterinary and Animal Sciences, Pakistan	Stretegies For The Production And Characterization Of Enzymes For The Local Industry Of Pakistan
Dr. Subhashish DEY	Gudlavalleru Engineering College, India	Experimental Study On Partial Replacement Of Cement With Fly Ash And Fine Aggregate With Robosand

20.04.2025

SUNDAY /12:30-14:30

SESSION-3 HALL-9
MODERATOR: Moses Adeolu AGOI

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Moses Adeolu AGOI Oluwakemi Racheal OSHINOWO Samuel Olayiwola AJAGA Oluwanifemi Opeyemi AGOI	Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.	Effects Of Augmented Reality (AR) Applications On Students' Learning: Educator's Perspective
GANAOUI Maroua, GANAOUI Nawel, BOUZID R., KHELEF D.	……..	Isolation and Antimicrobial Resistance of *Staphylococcus aureus* in Subclinical Bovine Mastitis from Algerian Dairy Herds
Mahnoor KHALID Dr. Sikander ALI	University of the Punjab, Government College University, Lahore, Pakistan	Auto Blind Docking And Binding Pocket Identification Using Cb-Dock2: A Computational Approach For Structure-Based Drug Discovery
UGOCHUKWU Dominion Eze RAYMOND Oriebe Anyasi SYLVANUS Asiegbu Igweshi NNAMDI Callistus Eze	University of South Africa, Federal Polytechnic, Nekede-Owerri, Nigeria	Rhizoremediation and phytoremediation action in the bioremediation of
Rayene BENKHAOUA Ayoub MZSSIKH	20 August1955 Skikda University, Algeria	Green Innovation as a Tool for Enhancing Environmental Performance in Economic Enterprises: A Case Study of Sonatrach Company Algeria
Mahesha MADUMALI Kavindya ABEYSINGHE Peliyagodage Chathura Dineth PERERA	University of Ruhuna, Mapalana, Sri Lanka	The Impact Of Invasive Plant Species On Birds, Insects, And Mammals: Identifying The Most Affected Taxonomic Group
Ahmed ATTAHIRU, Abubakar Umar BIRNIN-YAURI, Ahmed Musa AHMED	Kebbi State University of Science and Technology, Aliero. Nigeria	Applications Of Ftir In The Analysis Of Plant Extracts
Badr HAMDACHE, Kamal TABTI, Mustapha DIB, Menana ELHALAOUI, Hajiba OUCHETTO	Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Mohammed First University, Fez, Morocco	Modeling Gaussian field-based 3D-QSAR, pharmacophore atom-based 3D-QSAR, docking, binding free energy, and ADMET for the design of new pyrazolyl-pyrimidinone inhibitors of HIV-1

20.04.2025

SUNDAY /12:30-14:30

SESSION-3 HALL-10

MODERATOR: Assist. Prof. Mr. Pramant MAHTO

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Braimoh O. JAIYEOLA IGONOH A. Okolo (Ph.D)	Federal College of Education, University of Jos, Nigeria.	Peer Pressure As A Predictor Of Secondary School Students' Achievement In Mathematics In Gusau Local Government Of Zamfara State, Nigeria
Nguyen Thi Huynh PHUONG, Nguyễn Thị Bé BA, Lý Mỹ TIÊN, Dương Quốc THANH	Can Tho University, Vietnam	Factors affecting agritourism development in Thot Not district, Can Tho city, Vietnam
Nguyen Thi Huynh PHUONG, Hoang Thị Dieu THUY	Hue University, Can Tho University, Vietnam	Residents' Participation In Agritourism Development: Theory And Application
Assist. Prof. Mr. Pramant MAHTO	Srinath University, India	Cloud Computing
Faizan AFZAL	Hajvery University Lahore, Pakistan	Formulation And Evaluation Of Delayed-Release Pellets Of Esomeprazole Magnesium Trihydrate Using Extrusion Spheronization
Faizan AFZAL	Hajvery University Lahore, Pakistan	Prescription Drug Misuse (PDP): A Coessential And Descriptive Type Of Study In Public And Pharmacies To Evaluate Root Cause Of Drug Misuse
Funmilayo AYEDUN	National Open University of Nigeria,	Seebeck Coefficient, Figure Of Merit And Electronic Electronic Fitness Function As Vital Tools For Assessing Thermoelectric Behaviour Of MnNiP Compound By First Principle Approach
Aisha AVOSUAHİ	Nigeria	Ethical and Legal Implications of Artificial Intelligence in Orthopaedic Nursing Practice in Nigeria: A Systematic Review

20.04.2025

SUNDAY /12:30-14:30

SESSION-3 HALL-11

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Huma IKRAM

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Huma IKRAM, Iqra ATIQUE, Darakhshan J. HALEEM	University of Karachi, Pakistan	Attenuation of Lorazepam Induce Place Preference by Buspirone in an Animal Model of Epilepsy
Aminu ıbrahim BELLO, Yahaya Riko YUNUSA, Salihu SALISU	Umaru Musa Yaradua Unıversıty, Nıgerıa	An Overview Of Recent Advances İn Nanocarrier Systems For Enhancing Efficacy And Reducing Resistance İn Antimicrobial Therapy
Divna VUKSANOVIĆ Katarina ŠMAKIĆ	University of the Arts in Belgrade, University Union Nikola Tesla	Artificial Intelligence And Mind: Philosophical Perspectives
Arooj ANWAR, Fozia ANJUM, Zumaira SIDDIQUE	Government College University, Pakistan	Municipal Waste Incinerator Bottom Ash: A Useful Source for Nano Bio Fertilizer Production from Bio Recovered Metals
Mr. Satish Kumar SINGH	Central University of Punjab, India.	The Emerging Role Of Forensic Science In Family Law: Applications In Paternity Determination And Custody Disputes
C. Bala SAI, K. THARANI,	G Pulla Reddy Engineering College, Kurnool,India	Technology For Sustainable Concrete
Dr. Jai Gopal GUPTA	National Institute of Technology Sikkim, India	Advancements in Thermoacoustic Refrigeration: Principles, Efficiency, and Environmental Benefits
Hamza BENAALI, Hmad FATIHI, Abdellah TAHIRI, Mohamed NAJI	Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Sultan Moulay Slimane University, Morocco	First-Principles Analysis of strontium Based Hydride Perovskites for hydrogen storage applications

20.04.2025

SUNDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-12

MODERATOR: Asst. Prof. Srijani DASGUPTA

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Maulida'arifina	UIN KH. Abdurrahman Wahid	Recording Methods And Regional Financial Accounting Cycles
B. Rakshna Priya, M. Muthukumar, Dr. D. Sudha	R.M.K. Engineering College, Kavaraipettai, Tiruvallur District.	The Importance Of Artificial Intelligence In This Modern World
Azad Salih NADİR	….	Online Shoping And Thier Problems In Erbil
Elsa Nadiya FEBRIANI	UIN KH. Abdurrahman Wahid	Sistem Keuangan Akuntansi dalam pengelolaan Dana Kas Kecil
Ahmed Jameel Ismael Herlina Abdul Rahim Baher Ayad Mousa Sani Inusa Milala	Universiti Teknologi Malaysia, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia	Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Object Counting and Detection
Sani Inusa MİLALA Khadijah Md. ARİFFİN Siti Sarah OMAR Bala ISHİYAKU	Universiti Tun Hussein Onn Malaysia/ Abubakar Tafawa Balewa University, Nigeria	Quantifying Entrepreneurship Focus, And Education Quality In Covid 19 Pandemic; Way Out For Quality Education In Post Covid
Sani Inusa MİLALA, Khadijah Binti Md. ARİFFİN, Rozilah Binti KASİM, Narimah Binti KASİM, Azlina Binti Md.YASSİN, Mohd Hafizal Bin ISHAK	Universiti Tun Hussein Onn Malaysia/	Comparable Method An alternative for Intangible Asset Valuation
Artita PERMANDA Chrisstohfer SM Alif Prawira BASUKI Manda FEBRIANTI	Taxation, University of Lampung	The Increase In Entertainment Tax In The Digital Era And Its Impact On Young People's Entertainment Preferences Shifting Towards Digital Content

20.04.2025

SUNDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-13

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Nino SULABERIDZE

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ebenezer Akinniyi AKINYEMI, Abdulmumin Oluwasegun MUSTAPHA, Adebola Miracle OKETOOBO	Ladoke Akintola University of Technology, Ogbomoso, Nigeria.	The Impact Of Trade Liberalization On Economic Growth In Nigeria
Ms. Priyadarshini DAS, Dr. Raf Raf Shakil ANSARI	Sharda University	Reconstructing Palestinian Identity through Mahmoud Darwish's Poetry
GUERBOUB Lynda, SOUFI Ouahiba, OULDSAADI Linda	Université de Bejaia, Algeria	Exploiting Olive Pomace: Bioactive Phenolic Compounds, Antioxidant Capacity, and Sustainable Approaches
Dr. Koosha KOOREHPAZ	Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.	Correlation between dry eye syndrome and menopausal
Dr. Koosha KOOREHPAZ	Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.	New methods in the management of contact lens-related keratitis
Mohamed El Amine GUERBAZI, Abdallah MOHAMMEDI, Adel CHINE, Fouad KHALDI, Boutaghane AYOUB, Alaeddine ZEREG, Khalid FAIZA	LPEA, University of Batna 1, Algeria.	Integrated Simulation of High-Temperature PEM Fuel Cell and Absorption Cooling System for Enhanced Energy Efficiency
Amaechi ODUA	Nigeria	Assessment of the Causes of Poor field Performance among Civil Engineering Graduates in the Contemporary Niger-Delta Area of Nigeria
Younes YASSINE, Miloud CHAKIT, Mohamed BELKHAOUD, Yahya DOUFI , El Mahjoub AOUANE	Ibn Tofail University, Mohamed V University, Morocco.	The Effects of Breakfast Eating Habit on Burnout and Educational Outcomes among Moroccan Adolescents

20.04.2025

SUNDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-14

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. ARSENI Igor

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Paul Abiodun BABARINDE, Adetunji Olusegun ADEYINKA, Amao Oyetoun, DUNMOLA, Aishatu SHETTIMA, Atibioke Oluwatoyin ADEOLA, Adetoro Gbenga OPEYEMI, Owolabi GBENGA	National Biotechnology Research and Development Agency, Nigeria	Accessing The Cost And Return Of Oil Palm Fruits Processors Among Women In Edo State, Nigeria
Juvy Jane D. HERODIAS, Dr. Mark Anthony N. POLINAR, Joanna Marie U. ATO, Bertella G. RABANES, Imie Jasmin L. FLORES	Mabolo National High School, here in the Philippines.	Exploring Strategies To Improve Inflation Rate Awareness And Promote Responsible Spending Behavior Among Senior High School Students Of Mabolo National High School
Eve N. ANTIOLA, Jeanica Michaela RUIZ, Donna Mae SERATA, Dr. Mark Anthony N. POLINAR, Michelle L. RIPDOS, April Marie N. MAHIPOS	Mabolo National High School, here in the Philippines	Navigating Finances: Budgeting, Saving, And Spending Patterns Among Senior High School Students At Mabolo National High School
Fatima OUZAHIM, Ayoub ELLAHYANI	Ibn Zohr University	Retinal vessel segmentation: Review
MAMMAN, Philemon Ayuba MUHAMMAD Aminu Musa	Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria	Enhancing Thermal Comfort in Nigeria's Temperate Dry Region: A Termite-Inspired Approach to Window-to-Wall Ratio Design in Office Buildings BY
Kutliyeva G. J., Shirinboeva D. K.	Samarkand State University of Veterinary Medicine, Uzbekistan	The possibility of increasing the production of cellulolytic enzymes isolated from animals by optimizing the nutrient medium
Kutliyeva G. D., Turaeva B.I., Kamolova H.F., Kuziev B.U.	Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan	Potential For Mycotoxin Biodegradation Using Probiotics
Assoc. Prof. Dr. ARSENI Igor	Comrat State University, Moldova	Judgments Of The European Court Of Human Rights As A Source Of Civil Procedural Law

20.04.2024

SUNDAY / 15:30-17:30

SESSION-4 HALL-15

MODERATOR: Dr. Raf Raf Shakil ANSARI

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Soumaya ATOUIFE, Abdellah El HABAZI, Rekia BELAHSEN	Chouaïb Doukkali University, Morocco	Exploring the Moroccan Population's Views and Awareness of Organic Food
Ranjeeta ACHARYA Dr. Raf Raf Shakil ANSARI	Sharda University, India	Generations of Exile: Resistance and the Reconstruction of Identity in Susan Abulhawa's Mornings in Jenin
Madiha ANWAR, Muhammad USMAN, Ali NAQI	Government College University, Pakistan	Role of different Surfactants (TX-100 and Tween-80) in enhancing the solubility of antibiotic drugs(levofloxacin) for better drug delivery system
A. Ait Brahim, J. El Ghordaf, A. El Hajaji, K. Hilal, J. E.N´apoles Valdes	University of Sciences and Technology, University of Chouaib Doukali, Morocco. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina	A Comparative Analysis of Conformable, Non-conformable, Riemann-Liouville, and Caputo Fractional Derivatives
Mohmadfaizan MANSURI Faazil MANSURI	David Tvildiani Medical University, Tbilisi, Georgia	Sleepless Shadows: A Case-Based Review on the Impact of Sleep Disorders on Endocrine and Metabolic Health
Prof. Assoc. Dr. Skender DEMAKU MSc. Arbnorë ALIU MSc. Donika SYLEJMANI MSc. Bahrije DOBRA Arditë KARAXHA	University of Prishtina, Kosova	Nitrate ion (NO3-) levels in fruits and vegetables in the cities of Prishtina and Graçanica were measured using the ''Green Test ECO 5 F -ANMEZ''
Denis CHEKIN	«Hon. Prof. M.S. Bokarius Forensic Science Institute», Ukraine	Current Trends In Scientific Research On Countering Illegal Seizure Of Vehicles Committed By Young People
Prof. Assoc. Dr. Vadym BABAKIN	National University of Civil Defence of Ukraine,	Corruption In The Ecological Sector: Causes, Consequences And Countermeasures

20.04.2025

SUNDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-16

MODERATOR: Sahraoui AMARA

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Obaniyi Kayode Samuel, Awotunde Gbemisola Janet, Ikechucku Chike, Ogundele Abisola	Landmark University, Omu-Aran, Nigeria	Vulnerability Of Rural And Urban Area To Climate Change And Its Impact And Possible Adaptation Strategies
Hannah Nathaniel SHAMLE, Deshi Shuwanshik SENDET Hulda Maxwell DAVWET	University of Jos, Jos. Nigeria	Impact Of Mock Examination On Attitude And Achievement Of Geography Students In Senior Secondary Certificate Examination In Christian Missionary Schools In Plateau State, Nigeria
Bashir U.G, Gumel S.M., Umar A., Auwal A.S.	Bayero University Kano. University Kafin Hausa, Nigeria	Environment Friendly Modifications And Local Dyeing Of Grey Cotton Fabrics Using Fungal Cellulces
Sahraoui AMARA	Baji Mukhtar Annaba University Algeria	Impact Of Crime And Deviant Socialization On The Behavior Of Juvenile Offenders: A Case Study At The University Of Annaba, Algeria
M. A. BECHCHAR, M. A. SOULHI, M. O. AKOURRI	Université Abdelmalek Essaâdi	AI and the Future of Industry: From Automation to Intelligent Decision-Making
Meriem AMANI, Saliha BENABDI, Dalila BOUMENDIL	University Oran 1	Epidemiological, clinical and evolutionary profile of diabetic ketoacidosis in children
Ahmed OSMANE, Khadija ZIDAN, Moustapha BELMOUDEN	Agadir University Ibn Zohr, Cadi Ayyad University, Morocco	Soil Fertility And Agro-Physiological Responses Of Maise (Zea-Mays) Irrigated By Treated Domestic Wastewater By Trickling Filter Technology
Ahmed OSMANE, Khadija ZIDAN, Moustapha BELMOUDEN	Agadir University Ibn Zohr, Cadi Ayyad University, Morocco	Fecal Coliform Removal in Domestic Wastewater Treated by Bacterial Beds: A Multiple Linear Regression Predictive Model

20.04.2025

SUNDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-17

MODERATOR: Dr. Juliana Philip NDALNAMU

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Maribel CAICEDO	Latin American Faculty of Social Sciences, Ecuador	Poverty as a determinant of domestic firewood consumption and its effect on the forests of Ecuador
Dr. Daniel MARCEL Dr. Juliana Philip NDALNAMU	Federal Polytechnic Mubi, Nigeria	Leveraging Artificial Intelligence in Business and Hospitality Management in Enhancing Decision-Making, Strategy, and Guest Experience in Northeast Nigeria
Miguel Ángel CASTRO CHAVARRÍA Gloria Itzel SÁNCHEZ PÉREZ	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Meksika	Uso De La Inteligencia Artificial En La Práctica Del Derecho Del Siglo XXI
Donnathy Michellyn HALEN, Halim Mad LAZIM, Mohamed Najib SALLEH	Universiti Utara Malaysia,	Enhancing Quality And Outsourcing Excellence Through Strategic Purchasing And Supplier Relationships In The Medical Device Sector
Hulda Maxwell DAVWET (PhD) Naanma Albert DAWANG Irene Wanaemi YAKUBU (PHD)	University of Jos, University of Jos,	Effect Of The Implementation Of Computer Science Curriculum On Senior Secondary Students' Attitude In Mangu Local Government Area, Plateau State, Nigeria
Saira MALIK, Syed Mohsan Raza SHAH, Uniza Fatima BUKHARI, Tasawar Fatima BUKHARI, IQRA	University of Education, Lahore, Pakistan	Leaf structural and functional modification of Ipomoea carnea Jacq. an invasive plant species, under diverse salinity gradient
Ganesh KUMAR, R. Y. HIRANMAI Ajay NEERAJ	Central University of Gujarat, Gandhinagar India	Decoding the potential of bionanoparticles in agricultural system for soil quality and plant productivity
U. S. TUNGA, I. A. LIBATA, A. A. FAROOQ, B. SALISU	Waziri Umaru Federal Polytechnic Birnin-Kebbi,Kebbi State University of Science and Technology, Hassan Usman Katsina Polytechnic Katsina	Development of Carbon Electrodes Using Groundnut Shells for Solid-State Battery Applications

20.04.2025

SUNDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-18

MODERATOR: Dr. Iram LIAQAT

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Saidu ABDULRAHMAN Samaila Muhammad TUKUR Muhammed Sani BABAKATUN	Abdu-Gusau Polytechnic Talata Mafara, Zamfara State, Nigeria.	Photography And Digital Image Production: A Comparative Analysis
L.A OKESIJI Ph.D Ndidi M. OFOLE Ph.D Chioma C. ASUZU Ph.D	University of Ibadan, Nigeria.	Effect Of Social Skills Training On Self-Stigma And Eudaemonic Well-Being Of Persons Newly Diagnosed Of Hiv In Oyo State, Nigeria
Syed Agung AFANDI Rizki ERDAYANI Muslim AFANDI	Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia	Open Government: Key Issues In Philippines
Youssra Ech-CHAHDI, Marwa ALAQARBEH, Yassine EL ALLOUCHE, Abdellah EL AISSOUQ, Lhoucine NAANAAI, Mohammed BOUACHRINE, Hicham ZAITAN, Fouad KHALIL	Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco. Al-Balqa Applied University, Al-Salt, Jordan, Moulay Ismail University, Meknes, Morocco	Computational study of the anticancer activity of tetrahydropyrazolo- quinazoline and tetrahydropyrazolo-pyrimidocarbazole derivatives targeting the enzyme kinase Pim1
Dr. Iram LIAQAT	Government College University, Lahore	Honey inhibitory effect against multispecies bacterial biofilm
Dr. Iram LIAQAT	Government College University, Lahore	Bacterial biofilms mediated bioremediation of pesticides contaminated sites
EL GARDY Oumaima	Mohammed V, university in Rabat Morocco	Ab-initio calculations of the structural, electronic, and magnetic properties of three-dimensional diluted magnetic semiconductors
Vrunda BHATT, M. VARDHINI, M. SURESH, REHANA	Bharat Institute of Engineering and Technology, Hyderabad, India.	Face Recognition Attendance System

20.04.2025

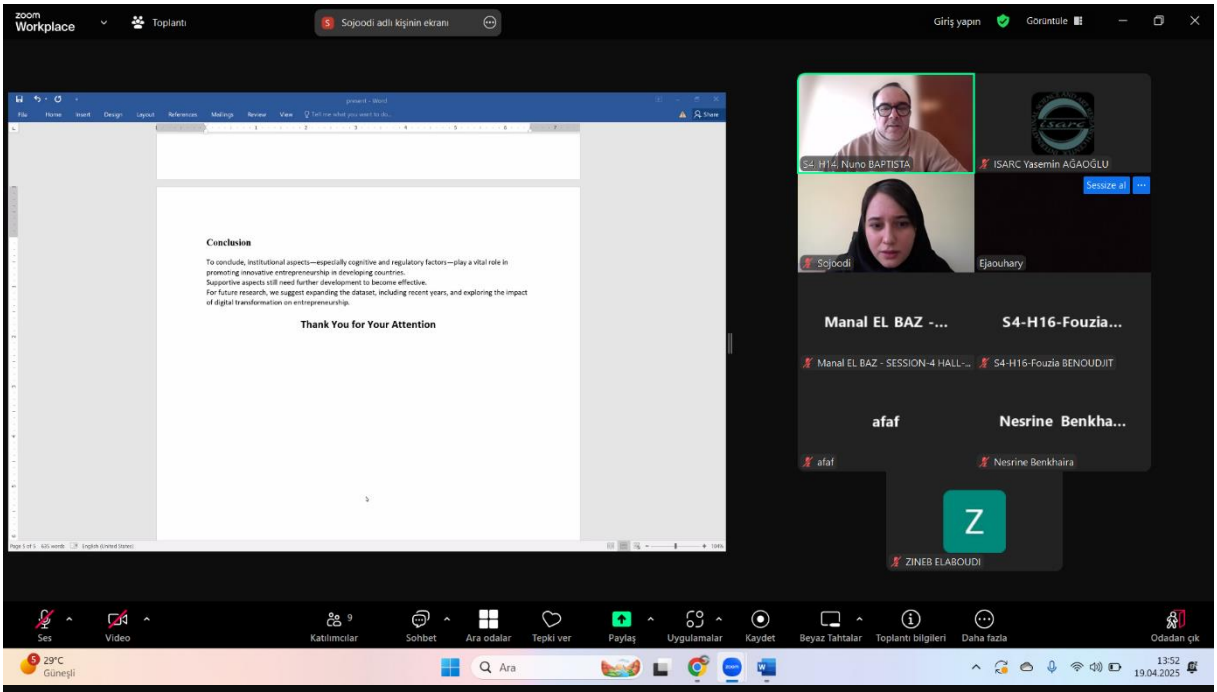
SUNDAY /13:30-15:30

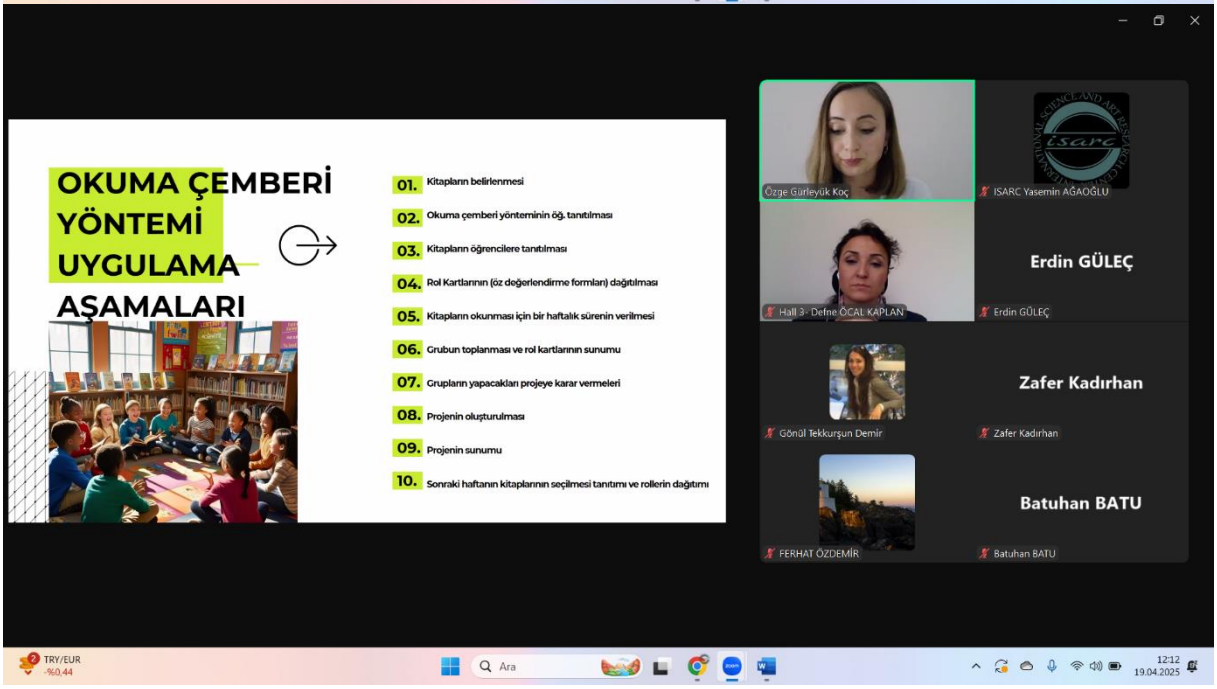
SESSION-4 HALL-19

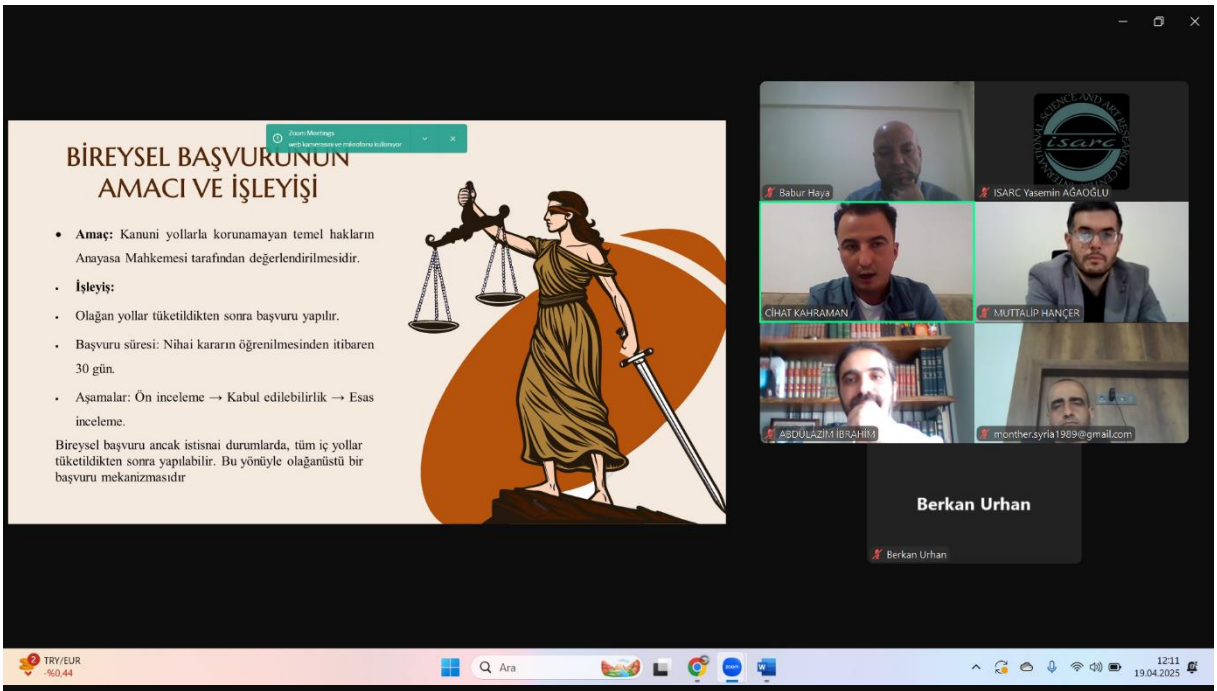
MODERATOR: Assist. Prof. C. Bala SAI

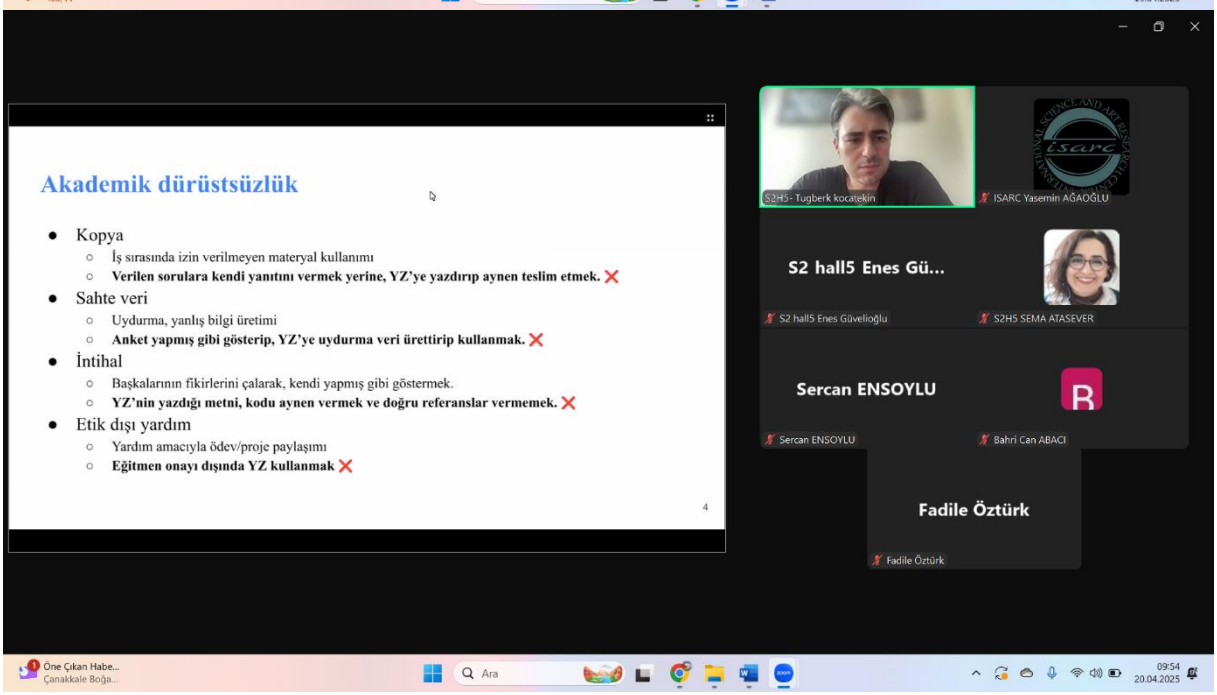
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. El. MAJDI, S. ZERRAF, M. E. BELGHITI, Said BELAAOUAD	Hassan II University of Casablanca, Morocco.	Synthesis, X-ray Diffraction, and Computational Analysis of a Novel Compound: 2-Ethyl-N-phenylmethanaminium Dihydrogen Phosphite
Muhammad Mifta ALFAHRIZI, Gesya Aviska SATRIANI, Afifah Tarisya PUTRI, Ryan Ibko ALBANA	Universitas Lampung, Lampung, Indonesia.	Contribution And Function Of Local Tax As A Source Of Local Revenue In Banjar City
Khalid SULAIMAN, Al-Amin Danladi BELLO, Abdullahi Sule ARGUNGU, Bashir TANIMU, Aliyu ISHAQ, Nura ABDULLAHI[1]	Ahmadu Bello University-Zaria	Assessment of Traditional Soil Conservation Measures under varied Spatio-temporal Conditions using RUSLE model
Listra YUNINGSI, Mas BAMBANG	University of Sulawesi Barat	The Influence Of Wattpad Platform On Adolescent Literacy And Moral
M. Aziz Fatur RACHMAN, Tiara Sapana Cahya CHAIRUL, Rajesa Arya WIDANA, Zulvina Syah PUTRI	University of Lampung	Reviewing The Void Of Technical Regulations: A Comparative Study Of Local Tax Administration Procedures Between Prabumulih, Yogyakarta, And Lamongan

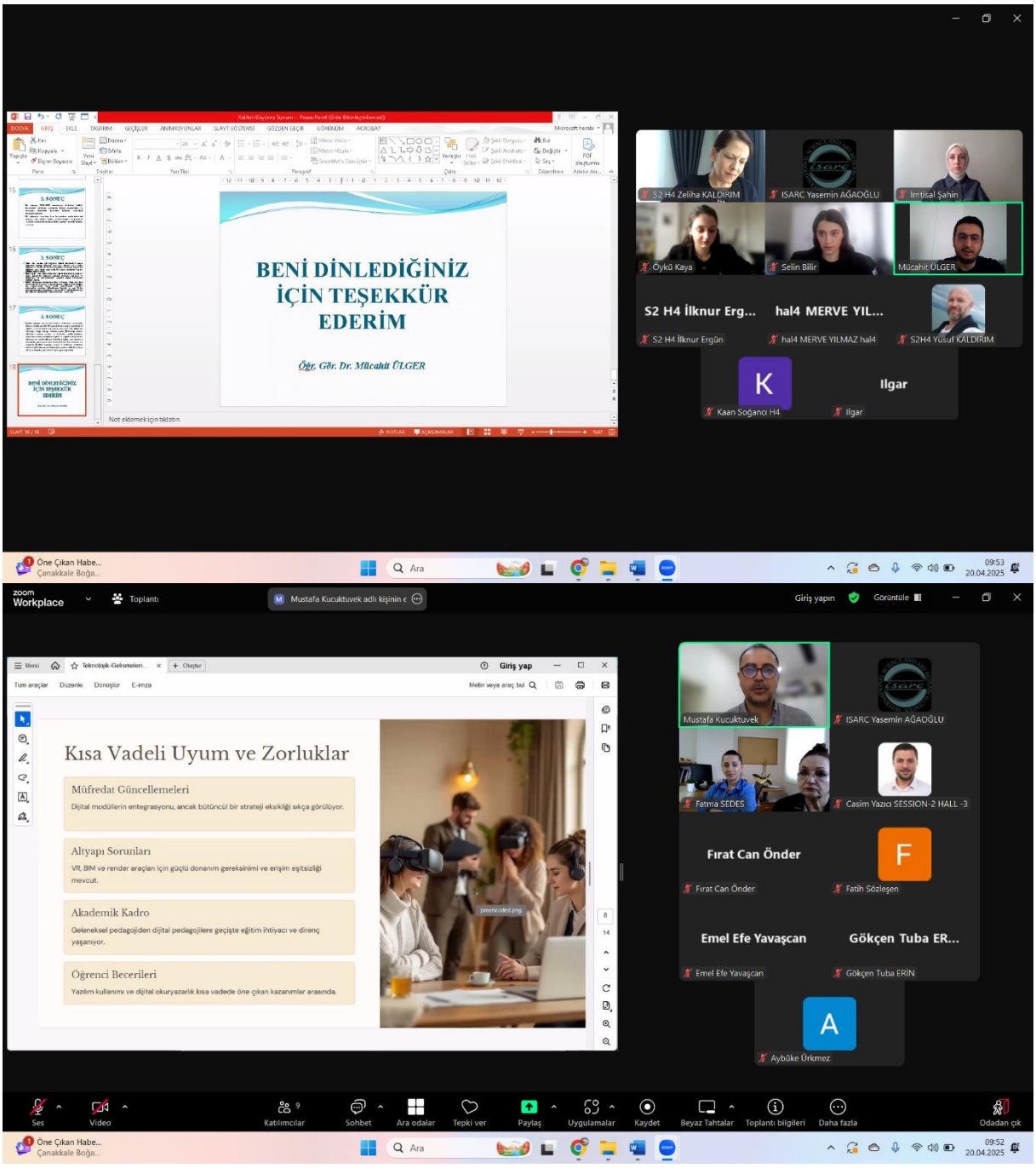
PHOTO GALERY

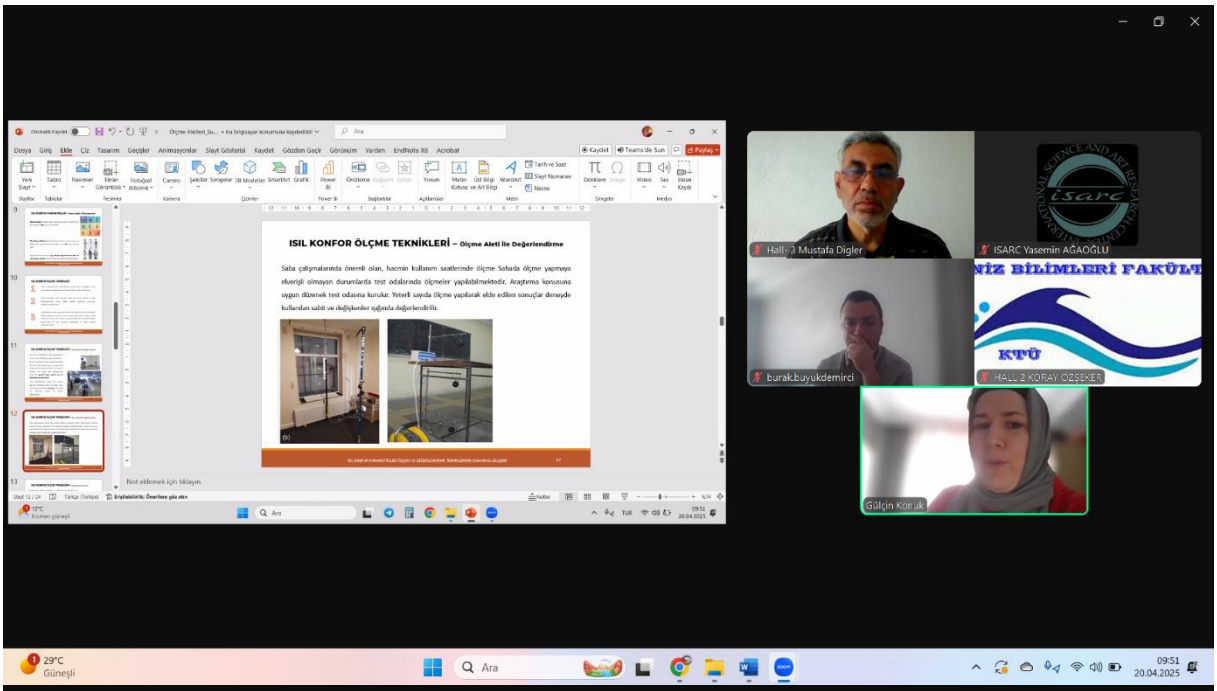


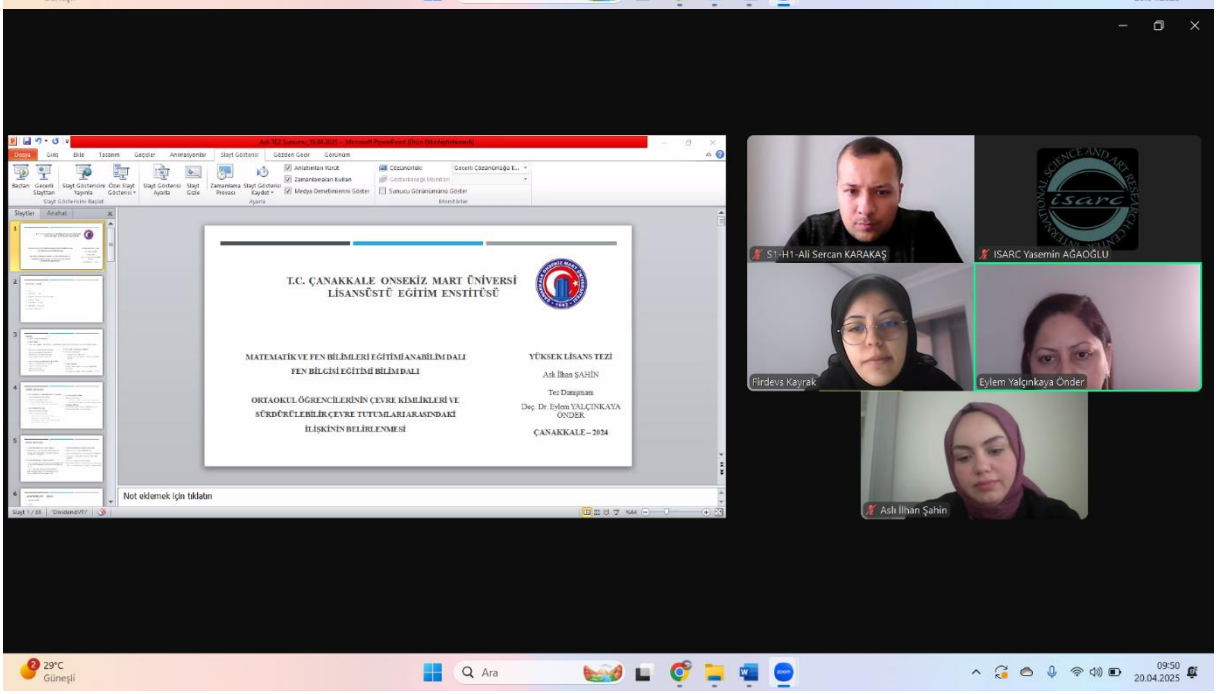


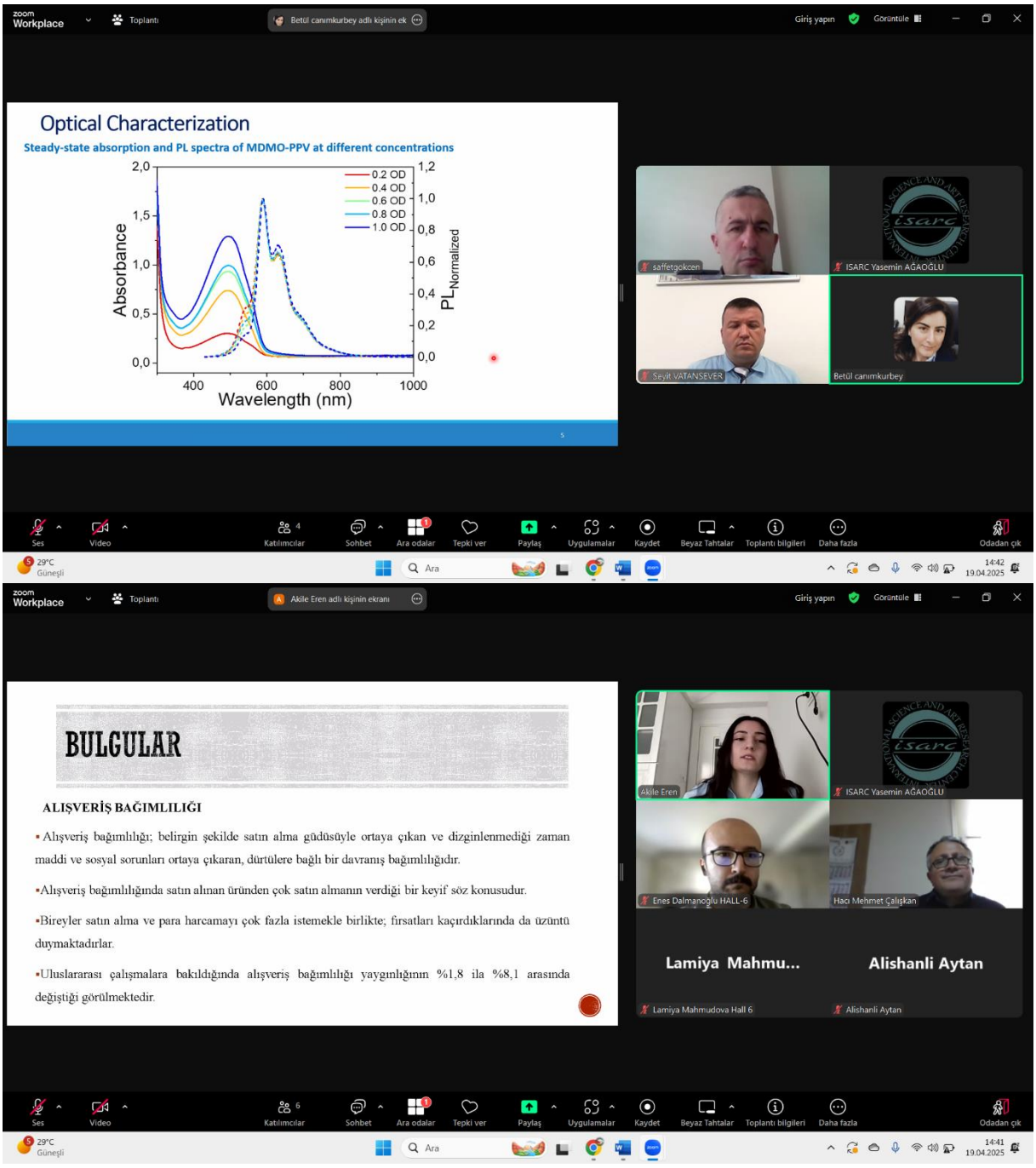

BİREYSEL BAŞVURUNUN AMACI VE İŞLEYİŞİ
Amaç: Kanuni yollarla korunamayan temel hakların Anayasa Mahkemesi tarafından değerlendirilmesidir.
İşleyiş:
Olağan yollar tüketildikten sonra başvuru yapılır.
Başvuru süresi: Nihai kararın öğrenilmesinden itibaren 30 gün.
Aşamalar: Ön inceleme → Kabul edilebilirlik → Esas inceleme.
Bireysel başvuru ancak istisnai durumlarda, tüm iç yollar tüketildikten sonra yapılabilir. Bu yönüyle olağanüstü bir başvuru mekanizmasıdır
Babur Haya
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
CİHAT KAHRAMAN
MUTTALİP HANÇER
ABDULAZIM İBRAHİM
monther.syria1989@gmail.com
Berkan Urhan
Berkan Urhan


Akademik dürüstsüzlük
Kopya
İş sırasında izin verilmeyen materyal kullanımı
Verilen sorulara kendi yanıtını vermek yerine, YZ'ye yazdırıp aynen teslim etmek.
Sahte veri
Uydurma, yanlış bilgi üretimi
Anket yapmış gibi gösterip, YZ'ye uydurma veri ürettirip kullanmak.
İntihal
Başkalarının fikirlerini çalarak, kendi yapmış gibi göstermek.
YZ'nin yazdığı metni, kodu aynen vermek ve doğru referanslar vermemek.
Etik dışı yardım
Yardım amacıyla ödev/proje paylaşımı
Eğitmen onayı dışında YZ kullanmak
4
S2H5- Tugberk kocatekin
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
S2 hall5 Enes Gü...
S2 hall5 Enes Güvelioğlu
S2H5 SEMA ATASEVER
Sercan ENSOYLU
Sercan ENSOYLU
Bahri Can ABACI
Fadile Öztürk
Fadile Öztürk

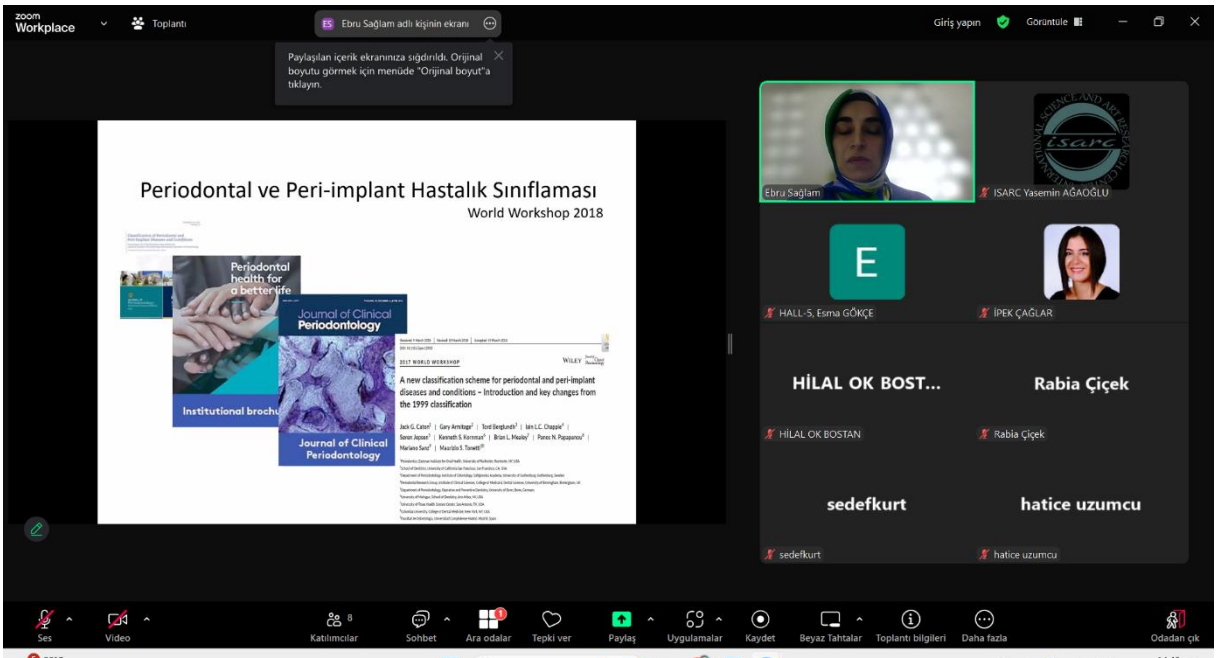

BENİ DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM
Öğr. Gör. Dr. Mücahit ÜLGER
S2 H4 Zeliha KALDIRIM
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
İmtisal Şahin
Öykü Kaya
Selin Bilir
Mücahit ÜLGER
S2 H4 İlknur Erg...
hal4 MERVE YIL...
S2 H4 İlknur Ergün
hal4 MERVE YILMAZ hal4
S2H4 Yusuf KALDIRIM
Kaan Soğancı H4
Ilgar
Ilgar
Kısa Vadeli Uyum ve Zorluklar
Müfredat Güncellemeleri
Dijital modüllerin entegrasyonu, ancak bütüncül bir strateji eksikliği sıkça görülüyor.
Altyapı Sorunları
VR, BIM ve render araçları için güçlü donanım gereksinimi ve erişim eşitsizliği mevcut.
Akademik Kadro
Geleneksel pedagojiden dijital pedagojilere geçişte eğitim ihtiyacı ve direnç yaşanıyor.
Öğrenci Becerileri
Yazılım kullanımı ve dijital okuryazarlık kısa vadede öne çıkan kazanımlar arasında.
Mustafa Kucuktuvek
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Fatma SEDES
Casim Yazıcı SESSION-2 HALL -3
Fırat Can Önder
Fırat Can Önder
Fatih Sözleşen
Emel Efe Yavaşcan
Emel Efe Yavaşcan
Gökçen Tuba ER...
Gökçen Tuba ERİN
Aybüke Ürkmez

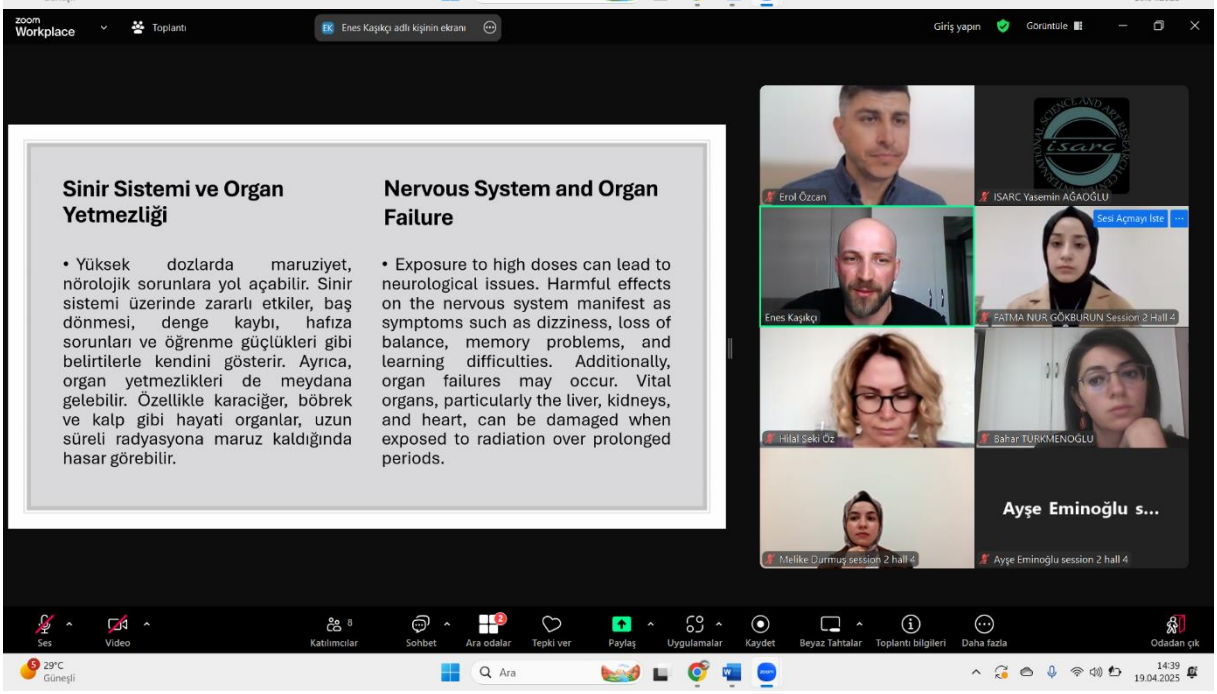

ISIL KONFOR ÖLÇME TEKNİKLERİ – Ölçme Aleti ile Değerlendirme
Hall-3 Mustafa Digler
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
burakbuyukdemirci
HALL 2 KORAY OZSEKER
Gülçin Koruk
Not eklemek için tıklayın
29°C
Güneşli
Ara
09:51
20.04.2025

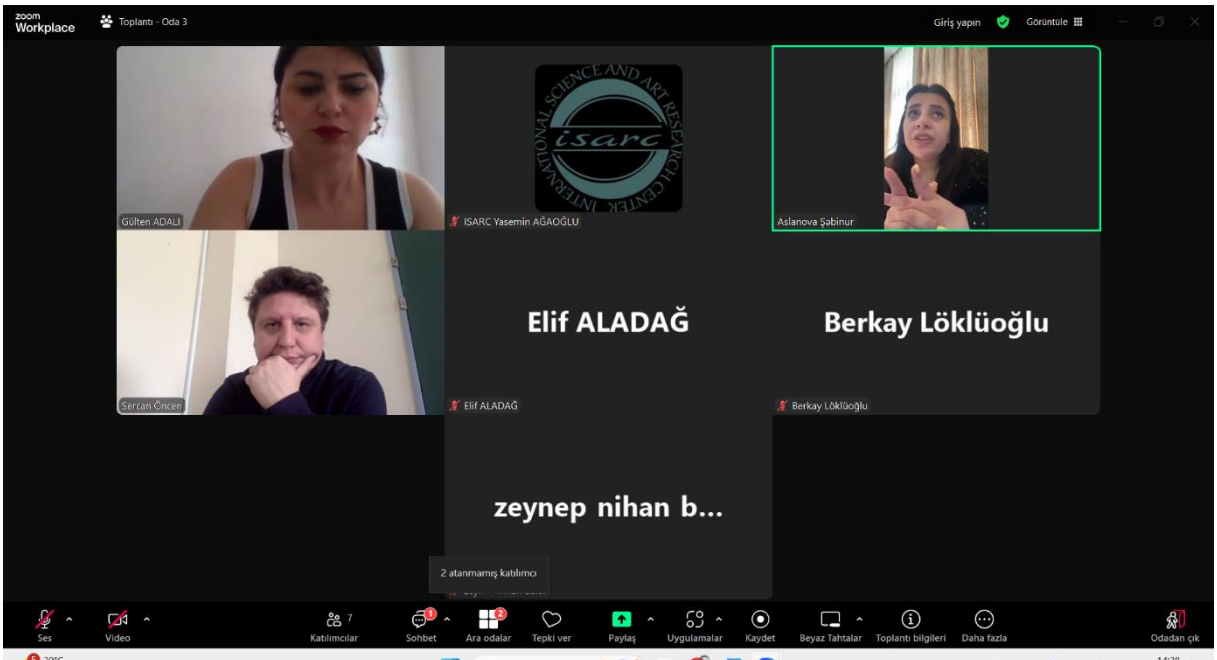

T.C. ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI
ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ÇEVRE KİMLİKLERİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Aslı İlhan ŞAHİN
Tez Danışmanı
Doç. Dr. Eylem YALÇINKAYA ÖNDER
ÇANAKKALE – 2024
S1-H1-Ali Sercan KARAKAŞ
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Firdevs Kayrak
Eylem Yalçınkaya Önder
Aslı İlhan Şahin
Not eklemek için tıklayın
29°C
Güneşli
Ara
09:50
20.04.2025

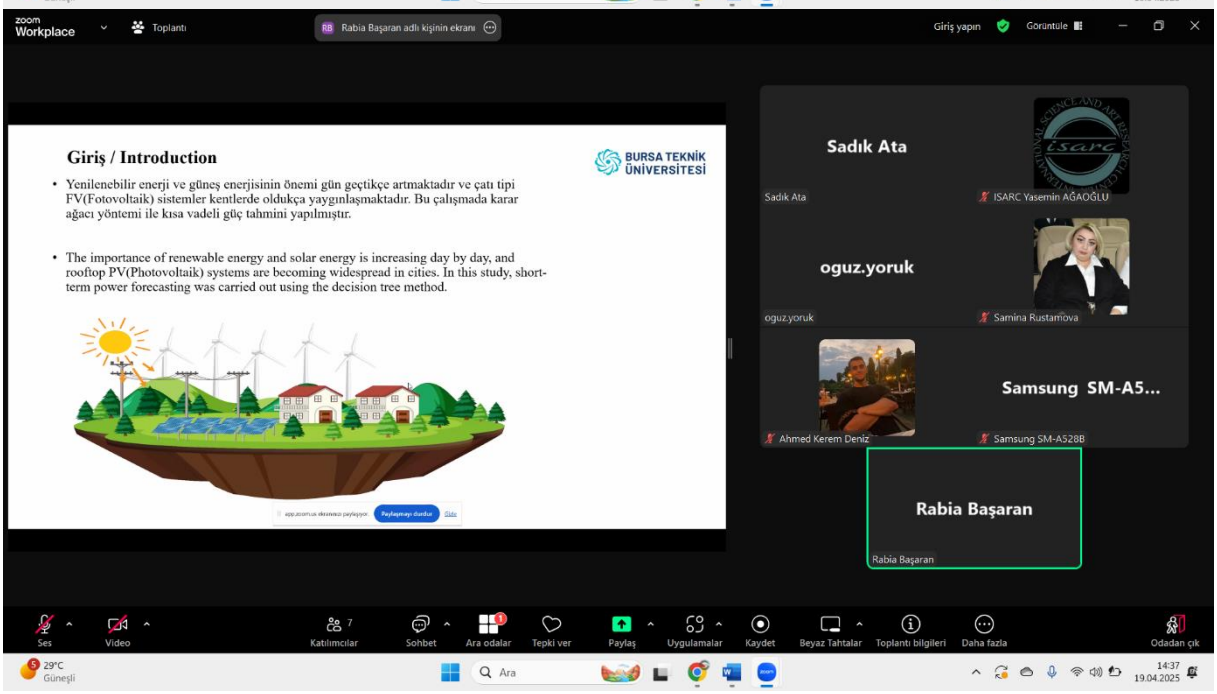

Optical Characterization
Steady-state absorption and PL spectra of MDMO-PPV at different concentrations
Absorbance
PL Normalized
Wavelength (nm)
0.2 OD
0.4 OD
0.6 OD
0.8 OD
1.0 OD
saffetgokcen
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Seyit VATANSEVER
Betül canimkurbey

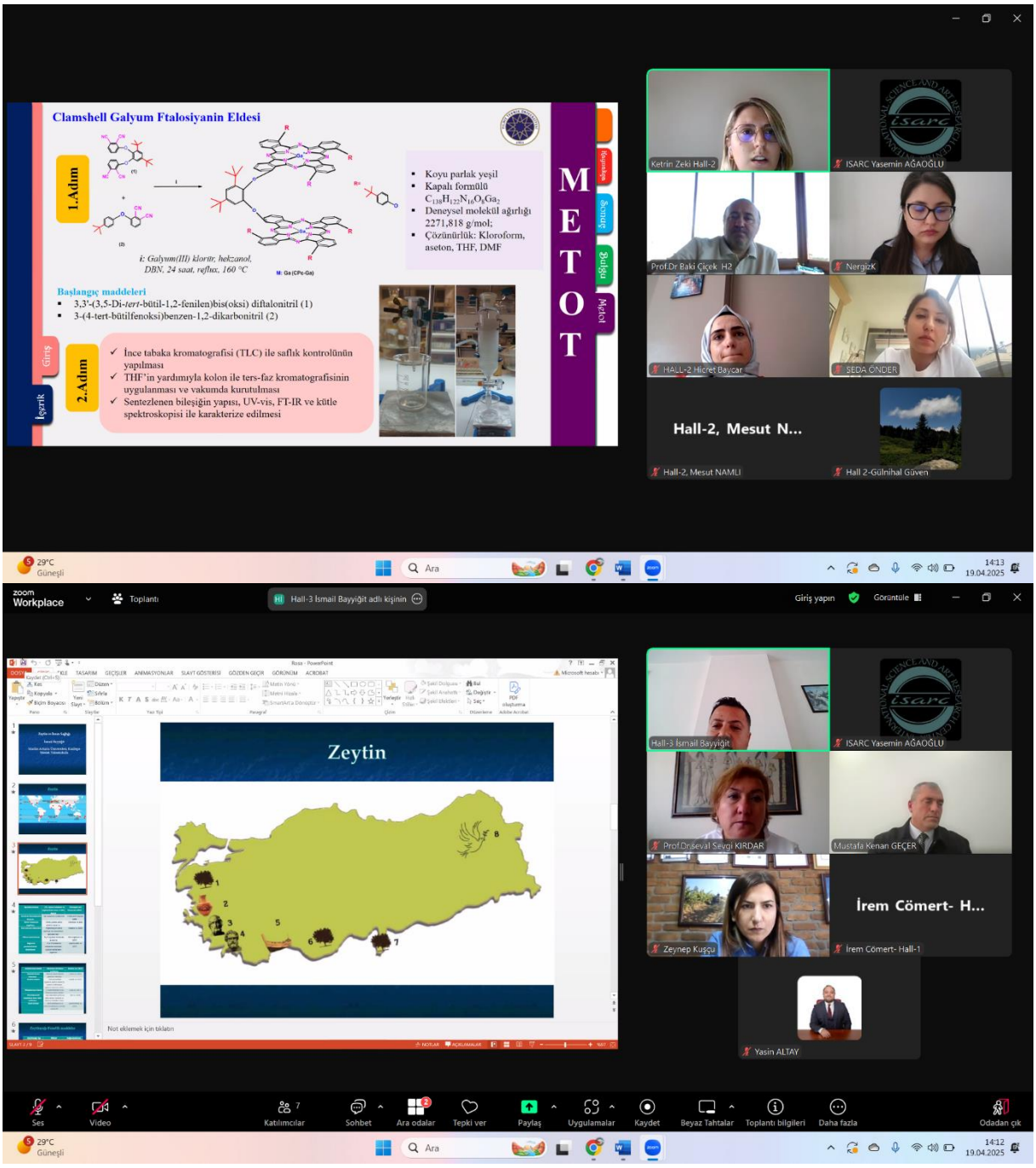
BULGULAR
ALIŞVERİŞ BAĞIMLILIĞI
▪ Alışveriş bağımlılığı; belirgin şekilde satın alma güdüsüyle ortaya çıkan ve dizginlenmediği zaman maddi ve sosyal sorunları ortaya çıkaran, dürtülere bağlı bir davranış bağımlılığıdır.
▪Alışveriş bağımlılığında satın alınan üründen çok satın almanın verdiği bir keyif söz konusudur.
▪Bireyler satın alma ve para harcamayı çok fazla istemekle birlikte; fırsatları kaçırdıklarında da üzüntü duymaktadırlar.
▪Uluslararası çalışmalara bakıldığında alışveriş bağımlılığı yaygınlığının %1,8 ila %8,1 arasında değiştiği görülmektedir.
Akile Eren
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Enes Dalmanoğlu HALL-6
Hacı Mehmet Çalışkan
Lamiya Mahmu...
Alishanli Aytan
Lamiya Mahmudova Hall 6
Alishanli Aytan


Periodontal ve Peri-implant Hastalık Sınıflaması
World Workshop 2018
Periodontal health for a better life
Journal of Clinical Periodontology
Institutional brochu
2017 WORLD WORKSHOP
A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions - Introduction and key changes from the 1999 classification
Ebru Sağlam
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
HALL-5, Esma GÖKÇE
İPEK ÇAĞLAR
HİLAL OK BOST...
Rabia Çiçek
HİLAL OK BOSTAN
Rabia Çiçek
sedefkurt
hatice uzumcu
sedefkurt
hatice uzumcu


Sinir Sistemi ve Organ Yetmezliği
• Yüksek dozlarda maruziyet, nörolojik sorunlara yol açabilir. Sinir sistemi üzerinde zararlı etkiler, baş dönmesi, denge kaybı, hafıza sorunları ve öğrenme güçlükleri gibi belirtilerle kendini gösterir. Ayrıca, organ yetmezlikleri de meydana gelebilir. Özellikle karaciğer, böbrek ve kalp gibi hayati organlar, uzun süreli radyasyona maruz kaldığında hasar görebilir.
Nervous System and Organ Failure
• Exposure to high doses can lead to neurological issues. Harmful effects on the nervous system manifest as symptoms such as dizziness, loss of balance, memory problems, and learning difficulties. Additionally, organ failures may occur. Vital organs, particularly the liver, kidneys, and heart, can be damaged when exposed to radiation over prolonged periods.
Erol Özcan
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Enes Kaşıkçı
FATMA NUR GÖKBURUN Session 2 Hall 4
Hilal Seki Öz
Bahar TÜRKMENOĞLU
Melike Durmuş session 2 hall 4
Ayşe Eminoğlu s...
Ayşe Eminoğlu session 2 hall 4


Toplantı - Oda 3
Giriş yapın
Görüntüle
Gülten ADALI
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Aslanova Şəbinur
Sercan Öncel
Elif ALADAĞ
Berkay Löklüoğlu
zeynep nihan b...
2 atanmamış katılımcı
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
29°C
Güneşli
Ara
14:38
19.04.2025


Toplantı
Rabia Başaran adlı kişinin ekranı
Giriş yapın
Görüntüle
Giriş / Introduction
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
• Yenilenebilir enerji ve güneş enerjisinin önemi gün geçtikçe artmaktadır ve çatı tipi FV(Fotovoltaik) sistemler kentlerde oldukça yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada karar ağacı yöntemi ile kısa vadeli güç tahmini yapılmıştır.
• The importance of renewable energy and solar energy is increasing day by day, and rooftop PV(Photovoltaik) systems are becoming widespread in cities. In this study, short-term power forecasting was carried out using the decision tree method.
Sadık Ata
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
oguz.yoruk
Samina Rustamova
Ahmed Kerem Deniz
Samsung SM-A5...
Samsung SM-A528B
Rabia Başaran
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
29°C
Güneşli
Ara
14:37
19.04.2025


Clamshell Galyum Ftalosiyanin Eldesi
1.Adım
i: Galyum(III) klorür, heksanol, DBN, 24 saat, reflux, 160 °C
Koyu parlak yeşil
Kapalı formülü $C_{136}H_{72}N_{16}O_8Ga_2$
Deneysel molekül ağırlığı 2271,818 g/mol;
Çözünürlük: Kloroform, aseton, THF, DMF
Başlangıç maddeleri
3,3'-(3,5-Di-tert-bütil-1,2-fenilen)bis(oksi) diftalonitril (1)
3-(4-tert-bütilfenoksi)benzen-1,2-dikarbonitril (2)
2.Adım
İnce tabaka kromatografisi (TLC) ile saflık kontrolünün yapılması
THF'in yardımıyla kolon ile ters-faz kromatografisinin uygulanması ve vakumda kurutulması
Sentezlenen bileşiğin yapısı, UV-vis, FT-IR ve kütle spektroskopisi ile karakterize edilmesi
METOT
İçerik
Giriş
Metot
Sonuç
Kaynakça
Ketrin Zeki Hall-2
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Prof.Dr Baki Çiçek H2
NergizK
HALL-2 Hicret Bayçar
SEDA ÖNDER
Hall-2, Mesut N...
Hall-2, Mesut NAMLI
Hall 2-Gülnihal Güven
29°C Güneşli
Ara
14:13 19.04.2025
zoom Workplace
Toplantı
Hall-3 İsmail Bayyiğit adlı kişinin
Giriş yapın
Görüntüle
Zeytin
Not eklemek için tıklatın
Hall-3 İsmail Bayyiğit
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Prof.Dr.Seval Sevgi KIRDAR
Mustafa Kenan GEÇER
İrem Cömert- H...
Zeynep Kuşçu
İrem Cömert- Hall-1
Yasin ALTAY
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
29°C Güneşli
Ara
14:12 19.04.2025

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

REF: AKADEMİK TEŞVİK **05.05.2025**

İLGİLİ MAKAMA

7. ULUSLARARASI AKDENİZ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE İNOVASYON KONGRESİ 19-20 NİSAN 2025 tarihleri arasında ANTALYA/TÜRKİYE ‘de online olarak 21 farklı ülkeden (Türkiye:92 ve diğer Ülkeler:100; Toplam:192) akademisyen/araştırmacıların katılımı ile gerçekleşmiştir. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen ‘’ Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurtdışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışından en az 5 ülkeden farklı tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır. ‘’ değişikliğine uygun düzenlenmiştir. Bilgilerinize arz edilir.
Saygılarımla

NOTIFICATIONS

AUTHORS	TITLE	NO
İsmail BAYYİĞİT Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ Mustafa Kenan GEÇER	Olive and: Human health	1-8
Beyza ERSOY Sezai ERCİŞLİ Mustafa Kenan GEÇER	Organic acid content in fruits of *Rosa pimpinellifolia* L. (syn. *Rosa spinosissima* L.) genotypes	9-17
Seval Sevgi KIRDAR Zeynep KUŞÇU	Traditional Denizli Burn Smelled Strained Yogurt Production And Determination Of Changes In Textural Properties During Storage	18-29
Seval Sevgi KIRDAR	General Evaluation Of Antalya Province Geographical Indication Registered Products	30-49
İrem CÖMERT Assist. Prof. Dr. Oya ERALP İNAN Yasin ALTAY	Sexomorphometric Characterization Of *Bombyx Mori* L. Using Some Cocoon Features Using Some Tree-Based Data Mining Algorithms	50-59
Ketrin ZEKİ Mevlüde CANLICA	The Potential Effect Of Asymmetric Gallium Structure In Photodynamic Therapy	60-62
Mesut NAMLI Uğur IŞIK	Hydrogen Generation From NABH 4 Methanolysis Using Cobalt Phthalocyanine Complex	63-77
Seda ÖNDER	Evaluation of the Effects of Chlorpyrifos Oxon on Protein Crosslinking in PS70 Cells	78-79
Hicret BAYCAR Baki ÇİÇEK	Yeni Benzoguanamin Aza Taç-Eter Ve Kriptandin Çevre Dostu Sentezi Ve Karakterizasyonu	80-88
Kübra NERGİZ GÜRBÜZER Mevlüde CANLICA	Magnesium Phthalocyanine Complexes In Photodynamic Therapy: Role And Mechanisms	89-91
Sevil SULEYMANOVA Leyla VALİYEVA	Studyıng Genetıc Polymorphısm In Anthocyanın-Rıch Forms Of Maıze Wıth Molecular Markers	92
Sevil SULEYMANOVA	DNA Characterization In Anthocyanin-Rich Forms Of Maize	93
Serkan AYDIN Sercan ÖNCEN	Investigation Of Body Components Of Professional League Handball Players According To Sex Variables	94-95
R. N. RZAYEVA	Mashrab, sect and sect	96-104
Aslanova Şəbinur Namiq kızı	Formation Of Quality Culture In Higher Education Institutions	105-112
Gülten ADALI Zeynep Nihan BAKIR	Collectivism In Advertisements: An Evaluation On 'Sabancı Republic Mobilisation' Social Responsibility Campaign Advertisements	113-124
Zeynep Nihan BAKIR Gülten ADALI	The Reproduction Of National Identity In Television Series: The Series 'Teşkilat' As A Popular Culture Study	125-126
Berkay LÖKLÜOĞLU Sedat ÖZCAN	The Effect Of Reformer Pilates And Physiotherapy On Scoliosis Curvature In Patients With Scoliosis	127-128
Elif ALADAĞ	Records On Marriage In Urfa Shar' Iyye Registers	129-130

AUTHORS	TITLE	NO
Gülsüm KORALTÜRK	Evaluation of Antalya Cruise Port in Terms of Passenger Demand and Cruise Lines	131-139
Gülsüm KORALTÜRK	Evaluation of Izmir Province in Terms of Cruise Tourism	140
Enes KAŞIKÇI Dilek ÖZTAŞ	Tahribatsız Muayenede Kullanılan Radyoaktif İzotopu İridyum-192 Sağlık Üzerındeki Etkileri	141-151
Erol ÖZCAN Güven ÇANKAYA Dilek ÖZTAŞ	Kimyasal Savaş Ajanlarından İperitler	152-165
Döne GÜNAY Bahar TÜRKMENOĞLU	Digital Health Literacy And Bibliometric Overview In Individuals With Heart Failure Diagnosis	166-181
Bahar TÜRKMENOĞLU Döne GÜNAY	Quantitative Overview Of Nursing Studies On Prisoners In The Literature: A Bibliometric Analysis	182-193
Ayşe EMİNOĞLU Esra DÜZ Melike DURMUŞ	Tele Health And Digital Transformation In Nursing	194-208
Ayşe EMİNOĞLU Fatma Nur GÖKBURUN	Training Nurses Of The Future: Education With Artificial Intelligence And CHATGPT	209-220
Hilal SEKİ ÖZ Didem AYHAN	A Review Of Exercise Motivation And Obstacles	221-227
Hilal SEKİ ÖZ Didem AYHAN	A Review Of The Importance Of Physical Exercise In Old Age	228-235
Hilal OK BOSTAN	Prosthodontic Rehabilitation Of A Hypothyroid Patient: A Case Report	236-237
Ebru SAĞLAM	Periodontal And Peri-Implant Disease Classification: Innovations, Inadequacies	238-239
Hatice ÜZÜMCÜ Abdullah MISIRLIOĞLU	Violence In Healthcare: A University Hospital Example	240-241
İpek ÇAĞLAR	Effect Of Surface Cleaning Process On Bond Strength	242-243
İpek ÇAĞLAR	Prosthodontic Rehabilitation Of A Patient With Cleft Palate: A Case Report	244-245
Rabia ÇİÇEK İpek ÇAĞLAR	Case Report: Successful Prosthetic Treatment Of A Dentigerous Cyst In A Pediatric Patient	246-248
Esma GÖKÇE Sevban ARSLAN	Virtual Reality Technology In Pain, Anxiety, And Comfort Management In Surgical Procedures	249-263
Gökçe DEMİR Akile EREN	A Review On Behavioural Addiction And Nursing Practices	264-272
Akile EREN Gökçe DEMİR	Pathological Skin Picking Disorder And Nursing Practices	273-277
Lamiya MAHMUDOVA Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ Ayla EKER SARIBOYACI Tayfun ŞENGEL	Investigation of the immunomodulatory effects of preconditioned Wharton's gel-derived mesenchymal stem cells	278-279
Aytən İlham qızı Alışanlı	Characteristics Of Emotional Intelligence In Convicts Who Have Committed Crimes Against Life And Health	280-281

AUTHORS	TITLE	NO
Hacı Mehmet ÇALIŞKAN Ömer JARADAT	Atypical Unilateral Contrast-Induced Nephropathy In A Patient With Peritoneal Carcinomatosis: A Case Report	282-289
Hacı Mehmet ÇALIŞKAN	Polyarteritis Nodosa Presenting As Splenic Infarction: Diagnostic Challenge	290-295
Enes DALMANOĞLU	A Case Of Brucellosis Presenting As A Thigh Abscess	296-297
Betül CANIMKURBEY	Optimization And Performance Evaluation Of MDMO-PPV-Based Luminescent Solar Concentrators For Scalable Photovoltaic Applications	298-302
Saffet Gökçen ŞEN	Determination Of Identity Vectors For Binary Images By Means Of Various Gradient Based Optimization Algorithms And Simple Inner Product	303-315
Rəşad MÜRŞÜDOV	Artificial Intelligence And Criminal Responsibility: Between Human Culpability And Machine Accountability	316-326
Seyit VATANSEVER Alper YILMAZ Gökay BAYRAK	Real-Time Detection Of Cutting Tool Wear Based On Vibration Data In Industrial Machining Systems	327-337
Mammadova Aygun Mammad	Position-Dependent Mass Harmonic Oscillator Models With Different Kinetic Energy Operators Under The Homogeneous Gravitational Field	338-339
Rabia BAŞARAN Gökay BAYRAK	Investigation Of Artificial Intelligence Decision Tree Method In A Rooftop Photovoltaic Power Plant	340-347
Ahmed Kerem DENİZ Nizami AKTÜRK	Investigation Of Fatigue Crack Growth And Dynamic Behavior In Spur Gears	348-361
Sadık ATA	Thermo-Economic Analysis Of A Geothermal-Driven Steam Flash Cycle Integrated With Kalina And Water Electrolyzer	362-369
Samina RUSTAMOVA	The Role Of Biometric Authentication And Identification Technologies In Information Security: Applications, Risks And Perspectives	370-379
Sercan CAN Veli ÖZTÜRK Oğuz YÖRÜK	Compliance Of Passenger Seats With Ece R14 Regulation And Finite Element Analysis Approach	380-382
Ali Sercan KARAKAŞ Nuri Murat YAĞMURLU	Application Of Subdomain Finite Element Method Based On A Model Problem	383-388
Ali Sercan KARAKAŞ Nuri Murat YAĞMURLU	Numerical Investigation Of A Prototype Problem Vıa Quintic Hermite Subdomain Method	389-396
Ali Sercan KARAKAŞ Nuri Murat YAĞMURLU	A Case Study On The Use Of Septic Hermite B-Spline Basıs Functions With Subdomain Fem	397-404
Aslı İLHAN ŞAHİN Eylem YALÇINKAYA ÖNDER	Determining The Relationship Between Middle School Students' Environmental Identities And Sustainable Environmental Attitudes	405-407
Firdevs KAYRAK Menekşe Seden TAPAN BROUTİN Rıdvan EZENTAŞ	Investigation Of Pre-Service Mathematics Teachers' Content Knowledge On Representing Fractions With Different Models In The Context Of Fraction Schemes	408-413
Firdevs KAYRAK Gül KALELİ YILMAZ Rıdvan EZENTAŞ	Mathematics Teachers' Views On The Common Written Exam Administered By The Ministry Of National Education	414-425
Koray OZSEKER	Areal And Temporal Pathways Of Marine Litter Pollution In Recreational Beach: A Case Study Of Ortahisar Beaches, Türkiye	426-434
Fatih Burak BÜYÜKDEMİRCİ Mustafa Murat KAVURMACI	Rehabilitation Activities For The Railway Tunnel Damaged During The February 6th Kahramanmaraş Earthquakes	435-444

AUTHORS	TITLE	NO
Gülçin Gülsüm KONUK TAŞTAN Işıl İPLİK	The Temporal Development Of Measurement And Evaluation Techniques For Thermal Comfort Parameters	445-460
Mustafa DİĞLER	The Transformation Of European Painting In The First Half Of The 20th Century: Wassilly Kandinsky, Pioneer Of Abstract Art	461-495
Mustafa DİĞLER	Andy Warhol The Integration Of Art With Pop Culture, Power And Politics	496-530
Casim YAZICI	Structural Optimization of Storage Rack Base Plates Using Finite Element Analysis	531-538
Mustafa KUCUKTUVEK	The Impact Of Technological Developments On Interior Architecture Education And Professional Practice: A Short-And Long-Term Evaluation	539-553
Fatma SEDES Ayşen Gülbin ÖREK	Doğu Karadeniz Kırsal Mimarisi	554-573
Fatih SÖZLEŞEN Emel EFE YAVAŞCAN	Documentation Studies Of Ortahisar Traditional House In The Context Of Cultural Tourism	574-591
Fırat Can ÖNDER Uğur ALBAYRAK	Effect Of Plate Thickness Configuration On The Buckling Behavior Of Composite Plates	592-602
Gökçen Tuba ERİN Zeynep Yeşim İLERİSOY	Assessing Integrated Practices And Early Stakeholder Involvement In Public Construction Projects	603-617
Aybüke ÜRKMEZ Zeynep Yeşim İLERİSOY	Interpreting Passive Design Parameters For Buildings Within The Technological Evolution: A Comparative Study Of Passive, Smart, And Autonomous Approaches	618-634
Mücahit ÜLGER Mert TOPCU	The Impact Of Quality Growth On Inflation In Turkiye (1990–2019)	635-644
Mücahit ÜLGER Ebru TOPCU	Globalization And Economic Complexity: Evidence From Brics Countries	645-655
Zeliha KALDIRIM	Bibliometric Analysis Of International Publications On IFRS 9 Financial Instruments Standard	656-667
İmtisal ŞAHİN Öykü KAYA Selin BİLİR Hasan ŞAHİN Merve YILMAZ	A Strategic Tool In Multi-Sectoral Process Improvement: The Application Potentıal Of The Taguchi Method	668-681
Yusuf KALDIRIM	Bibliometric Review Of Academic Studies On Lean Accounting	682-683
İlknur ERGÜN	Disclosures By Subsidiaries Without Public Accountability Under IFRS 19: Comparison Of IAS 12 Income Tax Disclosures With IFRS 19 Disclosures	684-692
İlgar ALİYEV	The Impact Of Marketing Strategies On Consumer Attitudes In Health Communication	693-695
Kaan SOĞANCI Mahmut Sami ÖZTÜRK	Examining The Effect Of Digitalization On Tax Audit With The Analytical Hıerarchy Process Method	696-704
Tuğberk KOCATEKİN	Yapay Zeka Çağında Eğitimde Akademik Dürüstlük: Tehditler Ve Stratejiler	705-712
Sema ATASEVER	Obesity Levels Classification Using A Hybrid Method: Support Vector Machine Optimized By Genetic Algorithm	713-725
Enes GÜVELİOĞLU Çiğdem İNAN ACI	Creation Of A Unique Vehicle Detection Dataset For Military And Civilian Vehicle Classification And Comparative Analysis Of The Models	726-736
Fadile ÖZTÜRK Nursena BAYĞIN Sefa KÜÇÜK	Deep Learning Supported ECG Image Analysis In Heart Diseases Diagnosis	737-750

AUTHORS	TITLE	NO
Sercan ENSOYLU Aylin M. DELİORMANLI	Investigation Of Amoxicillin Loading And Release Behavior Of Sodium Alginate/Bioactive Glass Composite Hydrogels Used In Bioprinting	751-767
Sercan ENSOYLU Aylin M. DELİORMANLI	Preparation And Characterization Of Sodium Alginate/Bioactive Glass Microfibers For Tissue Engineering Applications	768-782
Bahri Can ABACI Bülent BOSTAN Gözde ALTUNTAŞ	Comparison Of Structural, Mechanical And Thermal Properties Of NiTi And Cu-NiTi Orthodontic Wires	783-790
Tuğçe ÖZSAN KILIÇ Ahmet Naci ONUS	Breeding Efforts In Okra, A Neglected Product	791-801
Tuğçe ÖZSAN KILIÇ Ahmet Naci ONUS	Current Approaches To Vegetable Breeding	802-826
Umay Merve ŞENTURAN Ilgaz AKATA Ergin Murat ALTUNER	Evaluation Of The Antimicrobial And Antioxidant Activities Of Ethanol And Chloroform Extracts Of *Fomitopsis Pinicola*	827-838
Murat ŞEVİK	Animal Oncogenic DNA Viruses	839-844
Murat ŞEVİK	Clinical Signs Of Prion Diseases In Humans	845-850
Halil Barış ÖZEL Tuğrul VAROL	Prediction Of Juvenile Dynamıcs Using Machine Learning Algorithms In Natural Regeneration Areas Of Oriental Beech (*Fagus orientalis Lipsky*) In Bartın-Kumluca	851-857
Halil Barış ÖZEL Tuğrul VAROL	Prediction Of Morpho-Genetic Characteristics In Some Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Provenances By Machine Learning Algorithms	858-864
Okan DEDE	Preparatory Class Students' Metaphorical Perceptions Towards Learning English	865-877
Okan DEDE	Developing Virtual Reality Scale In Education: Validity And Reliability Study	878-891
Ayşenur ERĞÜN Muzaffer DURAN	Scythian Depictions On Greek Vases	892-906
Gülnihal GÜVEN Menekşe Seden TAPAN BROUTIN Çiğdem ARSLAN	An Investigation Of Mathematics Teachers' Views On Dynamic Geometry Software Across Different Types Of High Schools	907-915
Ramis Onur ÖRÜK	Examining Stockholm Syndrome In Aviation: Understanding The Psychological Dynamics Between Hostages And Kidnappers In Aircraft Hijacking Incident	916-917
Özgür ASLAN Ekin Bahar İLİK	Comparative Analysis Of Blutv And Netflix Websites Within The Framework Of Dialogical Communication Theory	918-919
Emel TÜZEL İŞERİ Burcu ÖZTÜRK	Investigation Of Personal Variables Affecting The Career Decisions Of Pre-Service Teachers	920-929
Mustafa ÇAKIR	Survival Prediction In Heart Failure Patients Using Machine Learning And Decision Support Systems: Data Analysis And Model Performance Comparison	930-931
Ahmet ÖZKAN	Sürgün, Beden, Bellek: Maryse Conde'nin Ben Tıtuba Salem'in Kara Cadısı Romanında Kolonyal Kimlik Ve Kadın	932
Saloni SHARMA Suhani SHARMA	Ethical AI: Balancing Innovation and Privacy – Addressing Bias, Transparency, and Accountability	933-947
Chaima MOUFFOUK, Soumia MOUFFOUK, Hamada HABA, Abdelbasset TAMERSIT, Oussama KHAOUA	Saponins From Scabiosa Stellata As Natural Anti-inflammatory Candidates And Powerful Inhibitors Of Cyclooxygenases 1 And 2,5-Lipoxygenase, And NF-κB Protein: In Vivo, Molecular Docking,And In Silico Approaches.	948

AUTHORS	TITLE	NO
R. VIDHYALAKSHMI K. RAJAGANAPATHY	Investigation of the Degradation Pathways of a Pharmaceutical Compound using LC-MS/MS and NMR Spectroscopy	949
El Rhoch MOHAMED, Maazouzi SOUKAINA, Mouden NAJOUA, Sellal ZINEB, Selmaoui KARIMA, Ouazzani Touhami AMINA, Douira ALLAL	Beneficial effect of *Trichoderma* used as seed treatment for promoting the growth of young argan seedlings	950
Habib Shehu JIBRIN, Muhammad Kabir IDRIS, Aminu Adamu AHMED	Exploring Smart Contracts in Supply Chains: Enhancing Transparency and Efficiency through Blockchain Technology	951-965
M. Abu BAKR, Muhammad ZAID, Muhammad UMAIR, Irsa QASIM, Ayesha ASGHAR, Mah Ru Nisa ATIF, Nabiha IQBAL	Managing acne induced post inflammatory hyperpigmentation by using dermocosmetics	966
Muhammad TAYYAB	Stretegies For The Production And Characterization Of Enzymes For The Local Industry Of Pakistan	967
Subhashish DEY	Experimental Study On Partial Replacement Of Cement With Fly Ash And Fine Aggregate With Robosand	968
Moses Adeolu AGOI Oluwakemi Racheal OSHINOWO Samuel Olayiwola AJAGA Oluwanifemi Opeyemi AGOI	Effects Of Augmented Reality (AR) Applications On Students' Learning: Educator's Perspective	969-979
GANAOUI Maroua, GANAOUI Nawel, BOUZID R., KHELEF D.	Isolation and Antimicrobial Resistance of *Staphylococcus aureus* in Subclinical Bovine Mastitis from Algerian Dairy Herds	980
Mahnoor KHALID Sikander ALI	Auto Blind Docking And Binding Pocket Identification Using Cb- Dock2: A Computational Approach For Structure-Based Drug Discovery	981-988
UGOCHUKWU Dominion Eze RAYMOND Oriebe Anyasi SYLVANUS Asiegbu Igweshi NNAMDI Callistus Eze	Rhizoremediation and phytoremediation action in the bioremediation of	989-1009
Rayene BENKHAOUA Ayoub MZSSIKH	Green Innovation as a Tool for Enhancing Environmental Performance in Economic Enterprises: A Case Study of Sonatrach Company Algeria	1010
Mahesha MADUMALI Kavindya ABEYSINGHE Peliyagodage Chathura Dineth PERERA	The Impact Of Invasive Plant Species On Birds, Insects, And Mammals: Identifying The Most Affected Taxonomic Group	1011
Ahmed ATTAHIRU, Abubakar Umar BIRNIN-YAURI, Ahmed Musa AHMED	Applications Of Ftir In The Analysis Of Plant Extracts	1012
Badr HAMDACHE, Kamal TABTI, Mustapha DIB, Menana ELHALAOUI, Hajiba OUCHETTO	Modeling Gaussian field-based 3D-QSAR, pharmacophore atom- based 3D-QSAR, docking, binding free energy, and ADMET for the design of new pyrazolyl-pyrimidinone inhibitors of HIV-1	1013-1014
Braimoh O. JAIYEOLA IGONOH A. Okolo	Peer Pressure As A Predictor Of Secondary School Students' Achievement In Mathematics In Gusau Local Government Of Zamfara State, Nigeria	1015
Nguyen Thi Huynh PHUONG, Nguyễn Thị Bé BA, Lý Mỹ TIÊN, Dương Quốc THANH	Factors affecting agritourism development in Thot Not district, Can Tho city, Vietnam	1016
Nguyen Thi Huynh PHUONG, Hoang Thị Dieu THUY	Residents' Participation In Agritourism Development: Theory And Application	1017
Pramant MAHTO	Cloud Computing	1018-1019
Faizan AFZAL	Formulation And Evaluation Of Delayed-Release Pellets Of Esomeprazole Magnesium Trihydrate Using Extrusion Spheronization	1020
Faizan AFZAL	Prescription Drug Misuse (PDP): A Coessential And Descriptive Type Of Study In Public And Pharmacies To Evaluate Root Cause Of Drug Misuse	1021-1022
Funmilayo AYEDUN	Seebeck Coefficient, Figure Of Merit And Electronic Electronic Fitness Function As Vital Tools For Assessing Thermoelectric Behaviour Of MnNiP Compound By First Principle Approach	1023

AUTHORS	TITLE	NO
Aisha AVOSUAHİ	Ethical and Legal Implications of Artificial Intelligence in Orthopaedic Nursing Practice in Nigeria: A Systematic Review	1024
Huma IKRAM, Iqra ATIQUE, Darakhshan J. HALEEM	Attenuation of Lorazepam Induce Place Preference by Buspirone in an Animal Model of Epilepsy	1025
Aminu ıbrahim BELLO, Yahaya Riko YUNUSA, Salihu SALISU	An Overview Of Recent Advances In Nanocarrier Systems For Enhancing Efficacy And Reducing Resistance In Antimicrobial Therapy	1026-1027
Divna VUKSANOVIĆ Katarina ŠMAKIĆ	Artificial Intelligence And Mind: Philosophical Perspectives	1028
Arooj ANWAR, Fozia ANJUM, Zumaira SIDDIQUE	Municipal Waste Incinerator Bottom Ash: A Useful Source for Nano Bio Fertilizer Production from Bio Recovered Metals	1029
Mr. Satish Kumar SINGH	The Emerging Role Of Forensic Science In Family Law: Applications In Paternity Determination And Custody Disputes	1030
C. Bala SAI, K. THARANI,	Technology For Sustainable Concrete	1031
Jai Gopal GUPTA	Advancements in Thermoacoustic Refrigeration: Principles, Efficiency, and Environmental Benefits	1032
Hamza BENAALI, Hmad FATIHI, Abdellah TAHIRI, Mohamed NAJI	First-Principles Analysis of strontium Based Hydride Perovskites for hydrogen storage applications	1033
Maulida'arifina	Recording Methods And Regional Financial Accounting Cycles	1034
B. Rakshna Priya, M. Muthukumar, D. Sudha	The Importance Of Artificial Intelligence In This Modern World	1035
Azad Salih NADİR	Online Shoping And Thier Problems In Erbil	1036
Elsa Nadiya FEBRIANI	Sistem Keuangan Akuntansi dalam pengelolaan Dana Kas Kecil	1037
Ahmed Jameel Ismael Herlina Abdul Rahim Baher Ayad Mousa Sani Inusa Milala	Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Object Counting and Detection	1038
Sani Inusa MİLALA Khadijah Md. ARİFFİN Siti Sarah OMAR Bala ISHİYAKU	Quantifying Entrepreneurship Focus, And Education Quality In Covid 19 Pandemic; Way Out For Quality Education In Post Covid	1039-1040
Sani Inusa MİLALA, Khadijah Binti Md. ARİFFİN, Rozilah Binti KASİM, Narimah Binti KASİM, Azlina Binti Md.YASSİN, Mohd Hafizal Bin ISHAK	Comparable Method An alternative for Intangible Asset Valuation	1041
Artita PERMANDA Chrisstohfer SM Alif Prawira BASUKI Manda FEBRIANTI	The Increase In Entertainment Tax In The Digital Era And Its Impact On Young People's Entertainment Preferences Shifting Towards Digital Content	1042
Ebenezer Akinniyi AKINYEMI, Abdulmumin Oluwasegun MUSTAPHA, Adebola Miracle OKETOOBO	The Impact Of Trade Liberalization On Economic Growth In Nigeria	1043
Priyadarshini DAS Raf Raf Shakil ANSARI	Reconstructing Palestinian Identity through Mahmoud Darwish's Poetry	1044

AUTHORS	TITLE	NO
GUERBOUB Lynda, SOUFI Ouahiba OULDSAADI Linda	Exploiting Olive Pomace: Bioactive Phenolic Compounds, Antioxidant Capacity, and Sustainable Approaches	1045
Koosha KOOREHPAZ	Correlation between dry eye syndrome and menopausal	1046-1047
Koosha KOOREHPAZ	New methods in the management of contact lens-related keratitis	1048-1049
Mohamed El Amine GUERBAZI, Abdallah MOHAMMEDI, Adel CHINE, Fouad KHALDI, Boutaghane AYOUB, Alaeddine ZEREG, Khalid FAIZA	Integrated Simulation of High-Temperature PEM Fuel Cell and Absorption Cooling System for Enhanced Energy Efficiency	1050
Amaechi ODUA	Assessment of the Causes of Poor field Performance among Civil Engineering Graduates in the Contemporary Niger-Delta Area of Nigeria	1051
Younes YASSINE, Miloud CHAKIT, Mohamed BELKHAOUD, Yahya DOUFI, El Mahjoub AOUANE	The Effects of Breakfast Eating Habit on Burnout and Educational Outcomes among Moroccan Adolescents	1052-1053
Paul Abiodun BABARINDE, Adetunji Olusegun ADEYINKA, Amao Oyetoun, DUNMOLA, Aishatu SHETTIMA, Atibioke Oluwatoyin ADEOLA, Adetoro Gbenga OPEYEMI, Owolabi GBENGA	Accessing The Cost And Return Of Oil Palm Fruits Processors Among Women In Edo State, Nigeria	1054
Juvy Jane D. HERODIAS, Mark Anthony N. POLINAR, Joanna Marie U. ATO, Bertella G. RABANES, Imie Jasmin L. FLORES	Exploring Strategies To Improve Inflation Rate Awareness And Promote Responsible Spending Behavior Among Senior High School Students Of Mabolo National High School	1055
Eve N. ANTIOLA, Jeanica Michaela RUIZ, Donna Mae SERATA, Dr. Mark Anthony N. POLINAR, Michelle L. RIPDOS, April Marie N. MAHIPOS	Navigating Finances: Budgeting, Saving, And Spending Patterns Among Senior High School Students At Mabolo National High School	1056
Fatima OUZAHIM, Ayoub ELLAHYANI	Retinal vessel segmentation: Review	1057
MAMMAN, Philemon Ayuba MUHAMMAD Aminu Musa	Enhancing Thermal Comfort in Nigeria's Temperate Dry Region: A Termite-Inspired Approach to Window-to-Wall Ratio Design in Office Buildings BY	1058
Kutliyeva G. J., Shirinboeva D. K.	The possibility of increasing the production of cellulolytic enzymes isolated from animals by optimizing the nutrient medium	1059-1060
Kutliyeva G. D., Turaeva B.I., Kamolova H.F., Kuziev B.U.	Potential For Mycotoxin Biodegradation Using Probiotics	1061-1062
ARSENI Igor	Judgments Of The European Court Of Human Rights As A Source Of Civil Procedural Law	1063-1070
Soumaya ATOUIFE, Abdellah El HABAZI, Rekia BELAHSEN	Exploring the Moroccan Population's Views and Awareness of Organic Food	1071
Ranjeeta ACHARYA Raf Raf Shakil ANSARI	Generations of Exile: Resistance and the Reconstruction of Identity in Susan Abulhawa's Mornings in Jenin	1072
Madiha ANWAR, Muhammad USMAN, Ali NAQI	Role of different Surfactants (TX-100 and Tween-80) in enhancing the solubility of antibiotic drugs(levofloxacin) for better drug delivery system	1073
A. Ait Brahim, J. El Ghordaf, A. El Hajaji, K. Hilal, J. E.N´apoles Valdes	A Comparative Analysis of Conformable, Non-conformable, Riemann-Liouville, and Caputo Fractional Derivatives	1074
Mohmadfaizan MANSURI Faazil MANSURI	Sleepless Shadows: A Case-Based Review on the Impact of Sleep Disorders on Endocrine and Metabolic Health	1075

AUTHORS	TITLE	NO
Skender DEMAKU Arbnorë ALIU Donika SYLEJMANI Bahrije DOBRA Arditë KARAXHA	Nitrate ion (NO3-) levels in fruits and vegetables in the cities of Prishtina and Graçanica were measured using the ''Green Test ECO 5 F -ANMEZ''	1076
Denis CHEKIN	Current Trends In Scientific Research On Countering Illegal Seizure Of Vehicles Committed By Young People	1077-1080
Vadym BABAKIN	Corruption In The Ecological Sector: Causes, Consequences And Countermeasures	1081-1082
Obaniyi Kayode Samuel, Awotunde Gbemisola Janet, Ikechucku Chike, Ogundele Abisola	Vulnerability Of Rural And Urban Area To Climate Change And Its Impact And Possible Adaptation Strategies	1083
Hannah Nathaniel SHAMLE, Deshi Shuwanshik SENDET Hulda Maxwell DAVWET	Impact Of Mock Examination On Attitude And Achievement Of Geography Students In Senior Secondary Certificate Examination In Christian Missionary Schools In Plateau State, Nigeria	1084-1085
Bashir U.G, Gumel S.M., Umar A., Auwal A.S.	Environment Friendly Modifications And Local Dyeing Of Grey Cotton Fabrics Using Fungal Cellulces	1086
Sahraoui AMARA	Impact Of Crime And Deviant Socialization On The Behavior Of Juvenile Offenders: A Case Study At The University Of Annaba, Algeria	1087
M. A. BECHCHAR, M. A. SOULHI, M. O. AKOURRI	AI and the Future of Industry: From Automation to Intelligent Decision-Making	1088
Meriem AMANI, Saliha BENABDI, Dalila BOUMENDIL	Epidemiological, clinical and evolutionary profile of diabetic ketoacidosis in children	1089-1090
Ahmed OSMANE, Khadija ZIDAN, Moustapha BELMOUDEN	Soil Fertility And Agro-Physiological Responses Of Maise (Zea- Mays) Irrigated By Treated Domestic Wastewater By Trickling Filter Technology	1091-1107
Ahmed OSMANE, Khadija ZIDAN, Moustapha BELMOUDEN	Fecal Coliform Removal in Domestic Wastewater Treated by Bacterial Beds: A Multiple Linear Regression Predictive Model	1108-1109
Maribel CAICEDO	Poverty As A Determinant Of Domestic Firewood Consumption And İts Effect On The Forests Of Ecuador	1110
Daniel MARCEL Juliana Philip NDALNAMU	Leveraging Artificial Intelligence in Business and Hospitality Management in Enhancing Decision-Making, Strategy, and Guest Experience in Northeast Nigeria	1111
Miguel Ángel CASTRO CHAVARRÍA Gloria Itzel SÁNCHEZ PÉREZ	Uso De La Inteligencia Artificial En La Práctica Del Derecho Del Siglo XXI	1112-1113
Donnathy Michellyn HALEN, Halim Mad LAZIM, Mohamed Najib SALLEH	Enhancing Quality And Outsourcing Excellence Through Strategic Purchasing And Supplier Relationships In The Medical Device Sector	1114
Hulda Maxwell DAVWET Naanma Albert DAWANG Irene Wanaemi YAKUBU	Effect Of The Implementation Of Computer Science Curriculum On Senior Secondary Students' Attitude In Mangu Local Government Area, Plateau State, Nigeria	1115-1116
Saira MALIK, Syed Mohsan Raza SHAH, Uniza Fatima BUKHARI, Tasawar Fatima BUKHARI,IQRA	Leaf Structural And Functional Modification Of Ipomoea Carnea Jacq. An İnvasive Plant Species, Under Diverse Salinity Gradient	1117
Ganesh KUMAR, R. Y. HIRANMAI Ajay NEERAJ	Decoding The Potential Of Bionanoparticles İn Agricultural System For Soil Quality And Plant Productivity	1118
U. S. TUNGA, I. A. LIBATA, A. A. FAROOQ, B. SALISU	Development of Carbon Electrodes Using Groundnut Shells for Solid-State Battery Applications	1119

AUTHORS	TITLE	NO
Saidu ABDULRAHMAN Samaila Muhammad TUKUR Muhammed Sani BABAKATUN	Photography And Digital Image Production: A Comparative Analysis	1120
L.A OKESIJI Ndidi M. OFOLE Chioma C. ASUZU	Effect Of Social Skills Training On Self-Stigma And Eudaemonic Well-Being Of Persons Newly Diagnosed Of Hiv In Oyo State, Nigeria	1121
Syed Agung AFANDI Rizki ERDAYANI Muslim AFANDI	Open Government: Key Issues In Philippines	1122
Youssra Ech-CHAHDI Marwa ALAQARBEH Yassine EL ALLOUCHE Abdellah EL AISSOUQ Lhoucine NAANAAI Mohammed BOUACHRINE Hicham ZAITAN Fouad KHALIL	Computational study of the anticancer activity of tetrahydropyrazolo- quinazoline and tetrahydropyrazolo-pyrimidocarbazole derivatives targeting the enzyme kinase Pim1	1123-1124
Iram LIAQAT	Honey İnhibitory Effect Against Multispecies Bacterial Biofilm	1125
Iram LIAQAT	Bacterial Biofilms Mediated Bioremediation Of Pesticides Contaminated Sites	1126-1127
EL GARDY Oumaima	Ab-İnitio Calculations Of The Structural, Electronic, And Magnetic Properties Of Three-Dimensional Diluted Magnetic Semiconductors	1128
Vrunda BHATT, M. VARDHINI, M. SURESH, REHANA	Face Recognition Attendance System	1129
El. MAJDI, S. ZERRAF, M. E. BELGHITI, Said BELAAOUAD	Synthesis, X-ray Diffraction, and Computational Analysis of a Novel Compound: 2-Ethyl-N-phenylmethanaminium Dihydrogen Phosphite	1130
Muhammad Mifta ALFAHRIZI, Gesya Aviska SATRIANI, Afifah Tarisya PUTRI, Ryan Ibko ALBANA	Contribution And Function Of Local Tax As A Source Of Local Revenue In Banjar City	1131
M. Aziz Fatur RACHMAN, Tiara Sapana Cahya CHAIRUL, Rajesa Arya WIDANA, Zulvina Syah PUTRI	Reviewing The Void Of Technical Regulations: A Comparative Study Of Local Tax Administration Procedures Between Prabumulih, Yogyakarta, And Lamongan	1132
Khalid SULAİMAN, Al-Amin Danladi BELLO, Abdullahi Sule ARGUNGU, Bashir TANİMU, Aliyu ISHAQ, Nura ABDULLAHİ	Assessment of Traditional Soil Conservation Measures under varied Spatio-temporal Conditions using RUSLE model	1133
Listra YUNINGSI, MaS BAMBANG	The Influence Of Wattpad Platform On Adolescent Literacy And Moral	1134

ZEYTIN VE İNSAN SAĞLIĞI

İsmail BAYYİĞİT
Mardin Artuklu Üniversitesi, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin, Türkiye
Sezai ERCİŞLİ
Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Horticulture, 25240 Erzurum, Türkiye
Mustafa Kenan GEÇER
Bolu Abant Izzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Department of Seed Science and Technology, 14030 Bolu, Türkiye

Özet

Zeytin Dünya'da sürekli gündemde olan çok önemli bir meyve türüdür. Zeytin ile birlikte zeytinyağı insan sağlığı açısından üzerinde en fazla konuşulan konulardır. Zeytin'in anavatanı sınırları içerisinde yer alan Akdeniz bölgesi, zeytin ağacı sayısı bakımından Dünya'nın en zengin bölgesidir. Zeytincilik sektörü üretici ülkelerde hem tarım hem de sanayi açısından büyük bir önem taşımaktadır. Akdeniz beslenme tarzında öne çıkan, yüksek biyoaktif madde içeriğine sahip olan zeytin ve ürünleri insan sağlığı açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Zeytinyağını diğer bitkisel yağlardan ayıran en önemli özellik, tekli doymamış bir yağ asidi olan oleik asidin bol miktarda bulunmasıdır. Trigliserol ve serbest yağ asitlerine ek olarak, zeytinyağı, yağın %1-2'sine kadar ulaşan ve stabilitesi ve benzersiz lezzeti ile tadı için önemli olan çeşitli sabunlaşmayan bileşikler içerir. Zeytin meyvesinde bulunan Oleuropein, aynı zamanda zeytin meyvelerinin acı tadından sorumludur. Zeytin ağacının temel fenolik bileşiklerinden olan Oleuropein ve Hidroksitirosol, zeytinyağı ve zeytin meyvesinin besleyici ve organoleptik özelliklerinin çoğu yapılarında bulunur. Oleuropein yüksek tansiyon düşürücü veya damar genişlemesi yaparak kanın daha yüksek basıncının düşmesini sağlayan bir bileşiktir.

Anahtar Kelimeler: Zeytin, bileşim, insan sağlığı

OLIVE AND HUMAN HEALTH

Abstract

Olive is a very important fruit that is constantly on the agenda in the world. Olive and olive oil are the most talked about topics in terms of human health. The Mediterranean region, which is within the borders of the homeland of olives, is the richest region in the world in terms of the number of olive trees. The olive sector is of great importance in terms of both agriculture and industry in producing countries. Olive and its products, which stand out in the Mediterranean diet and have a

high bioactive substance content, have a very important place in terms of human health. The most important feature that distinguishes olive oil from other vegetable oils is the abundance of oleic acid, a monounsaturated fatty acid. In addition to triglycerol and free fatty acids, olive oil contains various unsaponifiable compounds that reach up to 1-2% of the oil and are important for its stability and unique flavor and taste. Oleuropein, found in olive fruit, is also responsible for the bitter taste of olive fruits. Oleuropein and Hydroxytyrosol, which are the basic phenolic compounds of the olive, are found in most of the structures of olive oil and olive fruit, which have nutritional and organoleptic properties. Oleuropein is a compound that reduces high blood pressure or causes vasodilation, which lowers blood pressure.

Keywords: Olive, composition, human health

Giriş

Zeytin ağacı olarak da bilinen *Olea europaea*, Akdeniz bölgesine özgü olup, meyveleri ve zeytinyağı gibi ürünleri, bölgede yaşayan yerli halkların yüzyıllardır beslenmesinin temelini oluşturan en eski meyve türüdür. Zeytin ağaçlarının yetiştirilmesi, zeytin hasadı ve ardından zeytinyağı üretimi, Akdeniz halklarının tarihi ve kültürüyle doğal olarak bağlantılıdır. Zeytinyağının hem günlük uygulamalarda hem de kültürel süreçte oynadığı temel rol, en iyi şekilde, M.Ö. 7. yüzyıl gibi erken bir tarihte, zeytinyağının hem besinsel hem de tıbbi özelliklerini inceleyen antik Yunan filozofları için bir araştırma ve inceleme konusu olması gerçeğiyle kanıtlanmıştır. Özellikle hem Aristoteles hem de Hipokrat zeytinyağının faydalı özelliklerini fark etmiş ve mide ve dermatolojik ülserler gibi hastalıkların tedavisinde merhem olarak kullanılmasını ve içilmesini önermişlerdir (Nomikos vd. 2010).

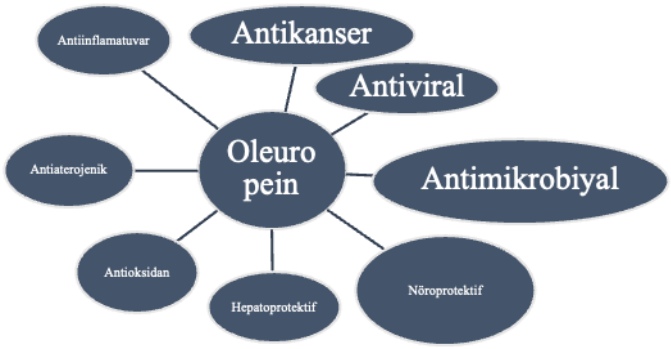
Hayvansal yağlar çoğunlukla doymuş yağ asitlerinden oluşurken, bitkisel yağlar çoğunlukla çoklu doymamış yağ asitleri içerir. Özellikle zeytinyağı hem tekli doymamış yağ asitleri hem de polifenoller açısından zengindir. Bugüne kadar, zeytinyağı tüketimiyle ilişkili faydalı sağlık etkileri, özel kimyasal bileşimi ve Akdeniz Diyeti tüketimiyle ilgili nitelikleri sonucunda, diğer yağ ve sıvı yağlarla karşılaştırıldığında rakipsiz kalmıştır. Bununla birlikte, faydalı etkileri öncelikle Akdeniz diyeti tüketimi bağlamında değerlendirilmiştir (Buckland and Gonzalez, 2015; Grosso vd. 2017; Gorzynik-Debicka vd. 2018).

Zeytin ve özellikle zeytinyağı değerli biyoaktif bileşiklerin mükemmel bir kaynağıdır (Tablo 1, Şekil 1). Bu bileşikler başta kardiyovasküler hastalıklar olmak üzere, diyabet, çoğu kanser türü, iltihaplanma ve metabolik hastalıklar üzerindeki etkileri nedeniyle dünyada zeytinyağı tüketimine

yönelik artan bir talep vardır. Antioksidan özellikler esas olarak fenolik bileşikler, tokoferoller, skualenler, pigmentler ve steroller gibi zeytinyağının sağlık geliştirici bileşenleriyle ilişkilidir. Bu bileşenler zeytinyağını dünya çapında en önemli, sağlıklı yenilebilir yağlardan biri yapmaktadır. Bu nedenle zeytinyağının, özellikle de sızma zeytinyağının tüketimi yalnızca antioksidan özelliği nedeniyle değil, aynı zamanda biyoaktif bileşiklerinin insan sağlığı üzerindeki diğer önemli olumlu etkileri nedeniyle de önerilmektedir (Jimenez-Lopez vd. 2020) (Tablo 2).

Tablo 1. Zeytin'de farklı organlarda bulunan ve insan sağlığına faydası olan aktif bileşenler (Alesci vd. 2022)

	**Aktif bileşenleri**
	Oleuropein
	Oleanolik asit
	Maslinik asit
	Oleik asit
	Polifenoller
	Uvaol
	Hidroksitirozol
	Eritrodial



Şekil 1. Zeytin'de bulunan en önemli biyoaktif bileşiklerden oleuropein ve insan sağlığına etkileri

Tablo 2. Akdeniz diyetinde zeytinyağı ve insan sağlığına etkileri

Yağ metabolizması	LDL, toplam kolesterol ve trigliseridlerin artışı ve HDL düşüşü	Marangoni and Damasceno (2014)
Trombosit kümeleşmesini önlemek	Kan dolaşımını iyileştirmek	Milena and Maurizio (2025)
Tümör oluşumunu engelleme	Meme, prostat, rahim, sindirim kanalı vs.	Markellos vd. 2022
Kan basıncını düzenleme	Hipertansiyon riskini azaltmak, kan damarlarını genişletici etki	Massaro vd. (2020)
Glikoz metabolizması	Tip II diyabetin önlenmesi ve tedavisi	Schwingshackl vd. (2017)
Antimikrobiyal özellik	Mikrobiyal aktivitenin azaltılması	Nazzaro vd. (2019)
Oksidatif stresin önlenmesi	Belirli cilt kanseri tiplerinin gelişiminin önlenmesi	Lammi vd. (2020)
Sindirim sistemi	Mide hareketliliğini engelleme, lipitlerin sindirimini uyarma ve safra kesesi taşlarının oluşumunu önleme	Vrdoljak vd. (2022)
İltihaplanmayı önleme	C reaktif proteinleri ve pro-inflamatuar genleri azaltma	Lucas vd. (2011)
Nörodejeneratif hastalıklara karşı riskin azaltılması	Yaşa bağlı bilişsel gerilemeyi, hafıza kaybını, bunamayı ve Alzheimer hastalığını önleme	Salis vd. (2020)
Kemik erimesi	Kemik kalsifikasyonu ve kemik mineralizasyonu üzerinde olumlu etki	Garcia-Martinez vd. (2014)
Bağışıklık parametrelerinin düşürülmesi	B ve T hücrelerinin özel mitojenleri tarafından uyarılan lenfositlerin çoğalması	Aparicio-Soto vd. (2017)

1-Kalp Sağlığı

Farklı ülkelerde yapılan bilimsel çalışmalar, düşük yağlı ve yüksek karbonhidratlı diyetlerle karşılaştırıldığında, yüksek tekli doymamış yağ asidi diyetlerinin LDL kolesterolü ve trigliseritleri düşürdüğünü, HDL kolesterolü yükselttiğini ortaya koymuştur (Kris-Etherton vd. 1999; DiNicolantonio and O'Keefe, 2018). Polifenoller olarak bilinen güçlü antioksidanlar sayesinde, özellikle sızma zeytinyağı iltihap önleyici bir gıda ve kardiyovasküler koruyucu olarak kabul edilmektedir. İnsanların bağışıklık sistemi özellikle kötü beslenme, stres veya diğer faktörler sonucunda ortaya çıkan olumsuzluklarla kendi vücuduyla savaşmaya başladığında, hastalığa neden olan ve iltihaplanmaya yol açan iltihaplı tepkiler de tetiklenir. İltihaplanma ya da inflamasyonun amacı insanı hastalıklara karşı korumak ve gerektiğinde vücudu onarmak olsada, kronik iltihaplanma atardamar sağlığı için son derece zararlıdır ve kalp hastalığı, otoimmün hastalıklar ve

daha fazlasıyla bağlantılıdır. Sızma zeytinyağı, kalp ve kan damarlarındaki yaşa ve hastalığa bağlı değişikliklerin yanı sıra, iltihabı tersine çevirmeye yardımcı olmaktadır. Araştırmalar, zeytinyağının hipertansiyonu düşürmede faydalı olduğunu göstermektedir çünkü nitrik oksidi daha biyoyararlanımlı hale getirerek atardamarları geniş ve temiz tutar (Massaro vd. 2020). Zeytinyağının faydalı etkileri, yağın polifenol içeriğiyle ilgilidir (Gorzynik-Debicka vd. 2018). Sızma zeytinyağı (ekstra virgin zeytin yağı) en az işleme tabi tutulur ve en yüksek polifenol seviyelerini korur. Farklı zeytinyağı türleri farklı polifenol seviyelerine sahiptir (Tablo 3).

Tablo 3. Farklı zeytinyağı türleri ve polifenol seviyeleri (Gorzynik-Debicka vd. 2018).

Zeytinyağı tipi	Miktar	Değerlendirme
Sızma zeytinyağı	15-40 mg/100 g	Yüksek
Sıradan zeytinyağı	1-10 mg/100 g	Düşük
Prina zeytinyağı	1-3 mg/100 g	Düşük
Rafine zeytinyağı	0-0.5 mg/100 g	Çok düşük

2-Kanserle mücadele

Günümüzde zeytin ve zeytinyağının bol miktarda antioksidan içerdiği bilinmektedir. Zeytinler (özellikle yüksek ısı işlemlerine tabi tutulmamış olanlar) akteositler, hidroksitirosol, tirosol ve fenil propiyonik asitler içerir. Hem zeytin hem de zeytinyağı, antikanser ajanları olarak kabul edilen diğer bileşiklerin (örneğin skualen ve terpenoidler) yanı sıra peroksidasyona dirençli lipid oleik asitin önemli miktarlarını içerirler. Bilimsel çalışmalar, özellikle Güney Avrupa'da yüksek zeytin ve zeytinyağı tüketiminin, Akdeniz Diyeti'nde kanser önleme ve sağlık üzerindeki faydalı etkileri üzerine önemli katkı sağladığını ortaya koymaktadır (Farràs vd. 2021).

3-Kilo verme ve obeziteyi önleme

Bol miktarda sağlıklı yağ tüketmek, kan şekeri seviyelerini kontrol eden aşırı insülinin kontrolünde önemli bir unsurdur. Yağlar doyurucudur ve açlığı, istekleri ve aşırı yemeyi azaltmaya yardımcı olur. Bu, çok sayıda çalışmanın yağ oranı düşük diyetlerin dengeli, yüksek yağlı diyetler kadar kolay veya sık kilo kaybına veya kilo korumasına yol açmadığını bulmasının nedenlerinden biridir. Sağlıklı yağların (özellikle zeytinyağı) bol miktarda olduğu diyetler daha doyurucu olduğundan, insanların bunlara bağlı kalma olasılıkları çok daha yüksektir. Zeytinyağıyla zenginleştirilmiş bir diyetin, düşük yağlı bir diyetten daha fazla kilo kaybına yol açtığı çalışmalarla ortaya konmuştur (Galvão Cândido vd. 2018).

4-Beyin sağlığı

Beyin büyük ölçüde yağ asitlerinden oluşur ve beynin günlük olarak görevleri yerine getirmek, ruh halimizi düzenlemek için orta düzeyden yüksek bir seviyeye yağ asitlerine ihtiyacımız vardır. Diğer sağlıklı yağ kaynakları gibi zeytinyağı da odaklanmayı ve hafızayı geliştiren bir beyin gıdası olarak kabul edilir. Zeytinyağı, yaşa bağlı bilişsel gerilemeyle savaşmaya yardımcı olur çünkü beyni iltihaplanmaya, oksidatif strese ve ADDL'lere karşı korur. ADDL'ler beyin için toksik olan ve bunama veya Alzheimer hastalığını tetikleyebilen proteinlerdir (Li vd. 2024).

5-Ruh hali bozuklukları ve depresyon

Zeytinyağı da dahil olmak üzere sağlıklı yağlar, nörotransmitter işlev bozukluğunu önleyebilen hormon dengeleyici, iltihap önleyici etkilere sahiptir. Düşük yağlı diyetler genellikle daha yüksek depresyon ve anksiyete oranlarıyla ilişkilendirilir. Beyin, ruh hali düzenlemesi, iyi uyku alma ve düşünce işleme için gerekli olan önemli kimyasal haberciler olan serotonin veya dopamin gibi yeterli miktarda "mutluluk hormonu" almadığında, insanlarda ruh hali veya bilişsel bozukluklar ortaya çıkabilir. Tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ alımının depresyon riskiyle ters orantılı olduğunu bulunmuştur (Gonçalves vd. 2024). Aynı zamanda, trans yağ alımı ve depresyon riski doğrusal bir ilişkiye sahip olmuş ve daha yüksek trans yağ tüketimi ve daha düşük PUFA ve MUFA'nın ruh hali bozukluklarıyla mücadele ve depresyonu tedavi etme şansını artırabileceğini gösterilmiştir.

6-Cilt sağlığı

E vitamini ve diğer antioksidanların yüksek bir kaynağı olan zeytinyağı, cildi nemlendirmeye, yara iyileşmesini hızlandırmaya ve akne, egzama ve diğer cilt rahatsızlıklarına yol açabilen enfeksiyonlarla veya hormonal dengesizliklerle savaşmaya yardımcı olabilir; bu da sızma zeytinyağını akne ve doğal egzama tedavisi için bir ev ilacı haline getirmektedir (Alnemer vd. 2021).

7-Diyabet

Karbonhidratlar glikoz sağlayarak kan şekerini yükseltirken, yağlar kan şekeri seviyelerini dengelemeye ve insülini düzenlemeye yardımcı olur. Şeker veya karbonhidrat oranı yüksek bir gıda yediğinizde bile, yemeğe sızma zeytinyağı eklemek kan dolaşımınız üzerindeki etkiyi yavaşlatmaya yardımcı olabilir. Zeytinyağı tüketmek ayrıca yemeklerden sonra daha tok hissetmenin iyi bir yoludur ve bu da diyabet komplikasyonlarına yol açabilen şeker isteklerini ve aşırı yemeyi önlemeye yardımcı olabilir (Schwingshackl vd. 2017).

8-Hormonları dengelemek

Hormonları dengelemeye ve PMS, kısırlık veya menopozla ilgili semptomları azaltmak için diyette bol miktarda besin ve sağlıklı yağ bulunması önemlidir. Zeytinyağı, tiroid, adrenal ve hipofiz bezlerini düzenlemeye yardımcı olabilecek temel yağlar sağlar. Bunların hepsi seks hormonlarını üretmek ve dengelemek için birlikte çalışır. Zeytinyağı ayrıca östrojen üretimini düzenlemeye yardımcı olan temel E vitamini faydaları da sağlar (Ly vd. 2021).

Sonuç

Akdeniz Diyeti'nde öne çıkan bir yiyecek statüsüne sahip olması ve benzersiz fitokimyasal bileşimine ilişkin kapsamlı araştırmalar sayesinde, zeytinyağı, sağlık açısından eşsiz faydalarıyla efsanevi bir mutfak yağı haline gelmiştir. Kapsamlı fitokimyasal listesinde, hiçbir besin kategorisi zeytinyağında polifenollerinden daha önemli değildir. Bu lezzetli yağın polifenol içeriği gerçekten şaşırtıcıdır. Zeytinyağı, diyetin koroner kalp hastalığı ve bazı kanserlerin daha düşük insidansıyla ilişkilendirildiği Akdeniz bölgesinde tercih edilen yağdır. Sızma zeytinyağındaki fenoller, kendine özgü keskin tadından ve yüksek stabilitesinden sorumludur.

Kaynaklar

Alesci, A., Miller, A., Tardugno, R., & Pergolizzi, S. (2022) Chemical analysis, biological and therapeutic activities of *Olea europaea* L. extracts. Natural Product Research, 36 (11), 2932-2945.

Alnemer, F., Aljohani, R., Alajlan, A., Aljohani, M., Alozaib, I., Masuadi, E., Omair, A., Al Jasser, M.I. (2021). The use of olive oil for skin health in a Saudi population: A cross-sectional study. Dermatology Reports, 14 (1), 9364.

Aparicio-Soto, M., Sánchéz-Hidalgo, M., Cárdeno, A., Lucena, J.M., Gonzáléz-Escribano, F., Castillo, M.J., Alarcón-de-la-Lastra, C. (2017). The phenolic fraction of extra virgin olive oil modulates the activation and the inflammatory response of T cells from patients with systemic lupus erythematosus and healthy donors. Molecular Nutrition Food Research, 61(8).

Buckland, G., & Gonzalez, C.A. (2015). The role of olive oil in disease prevention: a focus on the recent epidemiological evidence from cohort studies and dietary intervention trials, British Journal of Nutrition, 113 (Suppl. 2), S94-101.

Farràs, M., Almanza-Aguilera, E., Hernáez, Á., Agustí, N., Julve, J., Fitó, M., & Castañer, O. (2021). Beneficial effects of olive oil and Mediterranean diet on cancer physio-pathology and incidence. Seminars in Cancer Biology, 73, 178-195.

Galvão Cândido, F., Xavier Valente, F., da Silva, L.E., Gonçalves Leão Coelho, O., Gouveia Peluzio, M.D.C., & Gonçalves Alfenas, R.C. (2018). Consumption of extra virgin olive oil improves body composition and blood pressure in women with excess body fat: A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. European Journal of Nutrition, 57(7), 2445-2455.

Garcia-Martinez, O., Mazzaglia, G., Sánchez-Ortiz, A., Ocaña-Peinado, F.M., & Rivas, A. (2014). Phenolic content of Sicilian virgin olive oils and their effect on MG-63 human osteoblastic cell proliferation. Grasas y Aceites, 65(3), e032.

Gonçalves, M., Vale, N., & Silva, P. (2024). Neuroprotective effects of olive oil: A comprehensive review of antioxidant properties. Antioxidants, 13 (7), 762.

Gorzynik-Debicka, M., Przychodzen, P., Cappello, F., Kuban-Jankowska, A., Marino Gammazza, A., Knap, N., Wozniak, M., & Gorska-Ponikowska, M. (2018). Potential health benefits of olive oil and plant polyphenols. International Journal of Molecular Sciences, 19(3), 686.

Grosso, G., Marventano, S., Yang, J., Mickel, A., Pajak, A., Scalfi, L., Galvano, F., & Kales, S.N. (2017). A comprehensive meta-analysis on evidence of Mediterranean diet and cardiovascular disease: Are individual components equal? Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57 (15), 3218-3232.

Kris-Etherton, P.M., Pearson, T.A., Wan, Y., Hargrove, R.L., Moriarty, K., Fishell, V., & Etherton, T.D. (1999). High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. The American Journal of Clinical Nutrition, 70 (6), 1009-1015

Lammi, C., Mulinacci, N., Cecchi, L., Bellumori, M., Bollati, C., Bartolomei, M., Franchini, C., Clodoveo, M.L., Corbo, F., & Arnoldi, A. (2020). Virgin olive oil extracts reduce oxidative stress and modulate cholesterol metabolism: Comparison between oils obtained with traditional and innovative processes. Antioxidants, 9 (9), 798.

Li, J.G., Mutreja, Y., Servili, M., Leone, A., & Praticò, D. (2024). The anti-neuroinflammatory effect of extra-virgin olive oil in the triple transgenic mouse model of Alzheimer's disease. Journal of Alzheimer's Disease, 100 (1), 119-126

Lucas, L., Russell, A., & Keast, R. (2011). Molecular mechanisms of inflammation. Anti-inflammatory benefits of virgin olive oil and the phenolic compound oleocanthal. Current Pharmaceutical Design, 17(8), 754-768.

Ly, T.T.G., Yun, J., Lee, D.H., Chung, J.S., & Kwon, S.M. (2021). Protective effects and benefits of olive oil and its extracts on women's health. Nutrients, 13(12), 4279.

Marangoni, A., & Damasceno, N.R.T. (2014). PM285 Low olive oil supplementation reduces triglycerides and oxidative characteristic associated with low-density lipoprotein in individuals with intermediate and high cardiovascular risk. Global Heart, 9(1), e119.

Markellos, C., Ourailidou, M.E., Gavriatopoulou, M., Halvatsiotis, P., Sergentanis, T.N., & Psaltopoulou, T. (2022). Olive oil intake and cancer risk: A systematic review and meta-analysis. PLoS One, 17(1), e0261649.

Massaro, M., Scoditti, E., Carluccio, M.A., Calabriso, N., Santarpino, G., Verri, T., & De Caterina, R. (2020). Effects of olive oil on blood pressure: Epidemiological, clinical, and mechanistic evidence. Nutrients, 12(6),1548.

Milena, E., & Maurizio, M. (2025). Exploring the cardiovascular benefits of extra virgin olive oil: Insights into mechanisms and therapeutic potential. Biomolecules, 15(2), 284.

Nazzaro, F., Fratianni, F., Cozzolino, R., Martignetti, A., Malorni, L., De Feo, V., Cruz, A.G., & d'Acierno, A. (2019). Antibacterial activity of three extra virgin olive oils of the Campania region, southern Italy, related to their polyphenol content and composition. Microorganisms, 7(9), 321.

Nomikos, N.N., Nomikos, G.N., & Kores, D.S. (2010). The use of deep friction massage with olive oil as a means of prevention and treatment of sports injuries in ancient times. Archives of Medical Science, 6 (5), 642-645.

Salis, C., Papageorgiou, L., Papakonstantino,u E., Hagidimitriou, M., Vlachakis, D. (2020). Olive oil polyphenols in neurodegenerative pathologies. Advances in Experimental Medicine and Biology, 1195, 77-91.

Schwingshackl, L., Lampousi, A.M., Portillo, M.P., Romaguera, D., Hoffmann, G., & Boeing H. (2017). Olive oil in the prevention and management of type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis of cohort studies and intervention trials. Nutrition & Diabetes, 7(4), e262.

Vrdoljak, J., Kumric, M., Vilovic, M., Martinovic, D., Tomic, I.J., Krnic, M., Ticinovic Kurir, T., & Bozic, J. (2022). Effects of olive oil and its components on intestinal inflammation and inflammatory bowel disease. Nutrients, 14 (4), 757.

DiNicolantonio, J.J., O'Keefe, J.H. (2018). Effects of dietary fats on blood lipids: a review of direct comparison trials: Open Heart, 5, e000871.

ORGANIC ACID CONTENT IN FRUITS OF *Rosa pimpinellifolia* L. (syn. *Rosa spinosissima* L.) GENOTYPES

Beyza ERSOY
Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Horticulture, 25240 Erzurum, Türkiye
Sezai ERCİŞLİ
Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Horticulture, 25240 Erzurum, Türkiye
Mustafa Kenan GEÇER
Bolu Abant Izzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Department of Seed Science and Technology, 14030 Bolu, Türkiye

Abstract

Fruits generally consist of flesh and seed. Fruit flesh is used for human nutrition, fruit base agricultural industry, etc. and has significant economic value. Organic acids have an important component in the fruit flesh, which has a high-water content. Organic acids, together with sugars, contribute significantly to the formation of taste and flavor in fruits. Different fruit species or groups can be characterized by different organic acids. Even among varieties of the same species, there are differences in this respect. The study was carried out on eleven genotypes of *Rosa pimpinellifolia* growing naturally in Bayburt ecology in order to determine organic acid content. Statistically significant differences were found among *Rosa pimpinellifolia* genotypes in terms of malic, citric and tartaric acid contents. The major organic acids were malic acid and citric acid. Malic acid contents of fruits were found in the range of 0.66-0.74%. The highest malic acid content in genotypes was found in BAY-5 genotype with 0.74%, and the lowest was found in BAY-9 genotype with 0.66%. When these results were compared with other research results, *Rosa pimpinellifolia* fruits were found to have lower malic acid values than Rosa spp. fruits.

Keywords: *Rosa pimpinellifolia*, analysis, organic acids, composition

Rosa pimpinellifolia L. (syn. *Rosa spinosissima* L.) GENOTİPLERİNİN MEYVELERİNDEKİ ORGANİK ASİT İÇERİĞİ

Özet

Meyveler genellikle et ve çekirdekten oluşur. Meyve eti insan beslenmesi, meyveye dayalı tarım endüstrisi vb. için kullanılır ve önemli ekonomik değere sahiptir. Organik asitler, yüksek su içeriğine sahip meyve etinde önemli bir bileşendir. Organik asitler, şekerlerle birlikte, meyvelerde tat ve lezzet oluşumuna önemli ölçüde katkıda bulunur. Farklı meyve türleri veya grupları farklı organik asitlerle karakterize edilebilir. Aynı türün çeşitleri arasında bile bu açıdan farklılıklar vardır. Bu çalışma, Bayburt ekolojisinde doğal olarak yetişen *Rosa pimpinellifolia*'nın on bir genotipinin organik asit içeriğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. *Rosa pimpinellifolia*

genotipleri arasında malik, sitrik ve tartarik asit içerikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Meyvelerde organik asitler genelde malik asit ve sitrik asit olarak ortaya çıkmıştır. Meyvelerin malik asit içerikleri %0.66-0.74 aralığında bulunmuştur. Genotiplerde en yüksek malik asit içeriği %0.74 ile BAY-5 genotipinde, en düşük ise %0.66 ile BAY-9 genotipinde bulunmuştur. Bu sonuçlar diğer araştırma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, *Rosa pimpinellifolia* meyvelerinin Rosa spp. meyvelerinden daha düşük malik asit değerlerine sahip olduğunu ifade etmektedir.

Anahtar kelimeler: *Rosa pimpinellifolia*, analiz, organik asitler, kompozisyon

Introduction

Wild edible fruits including *Rosa pimpinellifolia* are important in particular for peoples living in rural areas because they can use them as food source (Dinesha et al. 2024). Apart from human nutrition, they are also important for maintaining the stability and diversity of ecosystems (Abdullah et al. 2020).

Rosehip is also known as wild rose found in most of the parts of Türkiye. It belongs to the Rosa genus of the Rosaoideae subfamily of the Rosaceae family of the Rosales. Rosehip, in addition to its nutritional and medicinal value, is also used as an ornamental plant, hedge plant, and erosion preventive plant. The plant can grow up to 1.5-3.5 meters tall and is a deciduous shrub (Ercisli, 2005).

It is widely found in Central and Western Asia, Europe, South America, and North Africa in the world. It is also found in a wide area such as the Caucasus, Anatolia, Iraq, Iran, Pakistan, Kashmir, and Russia. It is stated that there are more than 100 species in the world and 24 species and 6 subspecies in Türkiye. In Türkiye, it grows in large populations in its natural environment in the provinces of Kastamonu, Çankırı, Çorum, Amasya, Tokat, Sivas, and Erzurum (Ercisli, 2005, Figure 1).

Organic acids that affect the taste in fruits provide sugar balance and constitute the main substance of many compounds. Studies have shown that these rapidly oxidizing compounds have an important effect on the diet (Milosavljević et al., 2023). Growth regulators and antioxidant enzymes in fruits affect these compounds and play a role in their change (Gündoğdu et al., 2019). Since organic acids form complexes with heavy metal ions, they prevent their oxidation-catalyzing effects. The ratio of the total acid content of fruits to the amount of sugar is a criterion of ripeness. The type and amount of acidity is a measure of spoilage in foods. If fruits become moldy during

storage, an increase in some acids is observed. Some fruits, especially when they are unripe, can have organic acids in the cell as crystals (Batista-Silva et al., 2018).

Fruit species are characterized by different organic acids and differ quantitatively and qualitatively. Such as citric acid in citrus fruits, malic acid in pome fruits, and tartaric acid in grapes (Famiani et al. 2020). The sensation of acidity in fruits is related to taste and aroma, and especially sweetness, sugar/organic acid balance or ratio are affected by citric and shikimic acids (Colaric et al. 2005). Organic acid contents of fruits vary significantly during development and ripening periods. In addition to treatments applied to fruit trees, postharvest storage also changes the content (Desnoues et al. 2014). The differences between varieties are generally due to the ability of mesocarp cells to store organic acids in their vacuoles, but other factors are also reported to play a role in citrate accumulation (Zheng et al., 2021). Organic acids are an important source in creating respiratory energy in fruits. The most abundant organic acids in fruits are malic acid, citric acid and tartaric acid. However, the most abundant acid in many fruits is either citric acid or malic acid. In general, the dominant acid in pome and stone fruits is malic acid. Citric acid is the most abundant acid in citrus fruits. However, citric acid is also the dominant organic acid in pomegranate fruit. Tartaric acid is the dominant acid in grapes and constitutes 40-80% of the total acidity of grape.

This study conducted on the genotypes of *Rosa pimpinellifolia* growing naturally in Bayburt province, aimed to reveal the diversity of organic acids among genotypes, its contribution to biological diversity thanks to different genotypes obtained from a narrow area.

Material and Method

Material

The plant material of the study consisted of eleven genotypes of *Rosa pimpinellifolia* that grow naturally in Bayburt province. The samples were taken from the lands of Demirkaş, Sığırcı and Örence villages of Bayburt province. The province is located at the Northeast Anatolia region in Türkiye.

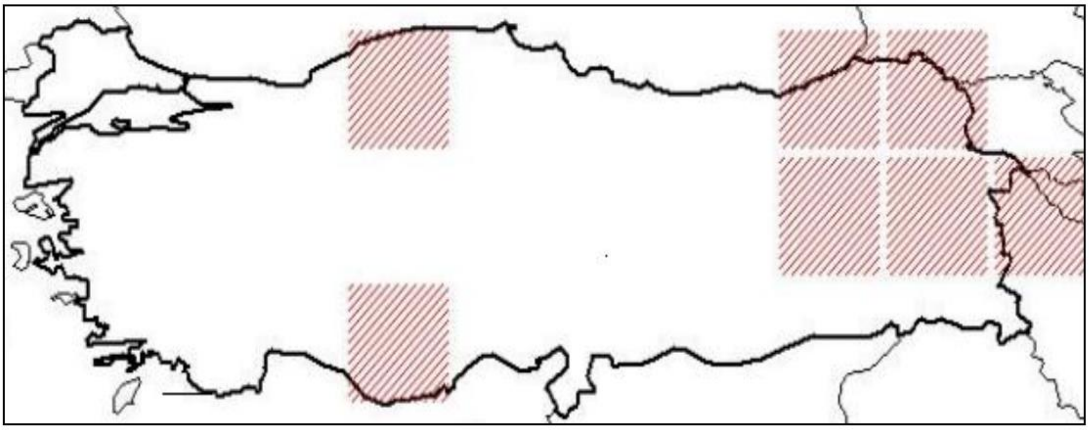


Figure 1. Distribution of *Rosa pimpinellifolia* in Türkiye

Method

A total 100 fruit samples per plant were taken from 11 individuals of *Rosa pimpinellifolia* plant, which is the subject of the study, and organic acid analyses were performed on these samples. Attention was paid to the maturity period when taking fruit samples. Dust and insects were removed while collecting the fruits, and diseased fruit samples were not taken. Eleven individuals were given numbers from 1 to 11, and genotypes were named by adding BAY as the abbreviation of Bayburt to the beginning of these numbers.

Organic acid analyses

The samples were kept in a deep freezer (-20 ^{0}C) until the time of analysis, and succinic, oxalic, citric, malic and tartaric acid contents were determined in the study. In the extraction of organic acids, the method given by Bevilacqua and Califano (1989) was used with modifications, and 5 g of the obtained fruit samples were taken and transferred to centrifuge tubes. 20 ml of 0.009 N H_2SO_4 was added to these samples and made homogeneous (Heidolph Silent Crusher M, Germany). Then, it was mixed for 1 hour on a shaker (Heidolph Unimax 1010, Germany) and centrifuged for 15 minutes at 15000 rpm. The aqueous portion separated in the centrifuge was first passed through coarse filter paper, then twice through a 0.45 µm membrane filter (Millipore Millex-HV Hydrophilic PVDF, Millipore, USA) and finally through SEP-PAK C18 cartridge. Organic acids were analyzed on a HPLC device (Agilent HPLC 1100 series G 1322 A, Germany) using the method given by Bevilacqua and Califano (1989). Aminex HPX - 87 H, 300 mm x 7.8 mm column (Bio-Rad Laboratories, Richmond, CA, USA) was used in the HPLC system and the device was controlled by a computer containing an Agilent package program. The DAD detector

(Agilent. USA) in the system was set to 214 and 280 nm wavelengths. In the study, 0.009 N H_2SO_4 passed through a 0.45 µm membrane filter was used as the mobile phase.

Statistical analysis

The statistical analyses were performed with the statistical software package SPSS, version 20.0. Data were subjected to two-way ANOVA and were separated by the Duncan's test at a significance level of $p<0.05$.

Results and Discussion

Organic acids are one of the main components of horticultural crops and has many functions (Figure 2).

Organic acid contents of fruits of rosehip genotypes are given in Table 1. Statistically significant differences were found among genotypes in terms of malic, citric, and tartaric acid contents ($p<0.05$).

Malic acid contents of fruits

Malic acid contents of fruits were found in the range of 0.66-0.74% (Table 1). The highest malic acid content in genotypes was found in BAY-5 genotype with 0.74%, and the lowest was found in BAY-9 genotype with 0.66%. When these results were compared with other research results, *Rosa pimpinellifolia* fruits were found to have lower malic acid values than Rosa ssp. fruits. Özrenk et al. (2012) determined the malic acid content in rosehip fruits between 0.76-4.39% in their research conducted around Erzincan. Ercisli (1996) determined the acid amount in the form of malic acid in rosehip types naturally grown in the central district of Gümüşhane province and in the districts of Kelkit, Köse, Kürtün, Şiran and Torul as 0.809-2.163 g/100 g. Malic acid is found in fruits and vegetables such as apples, pears, plums, watermelons, cherries, carrots and broccoli. This acid is mainly used in food applications including candy and beverages. It gives a tart taste, lowers the pH, has antimicrobial effects, and confers special blending and flavor-fixing properties.

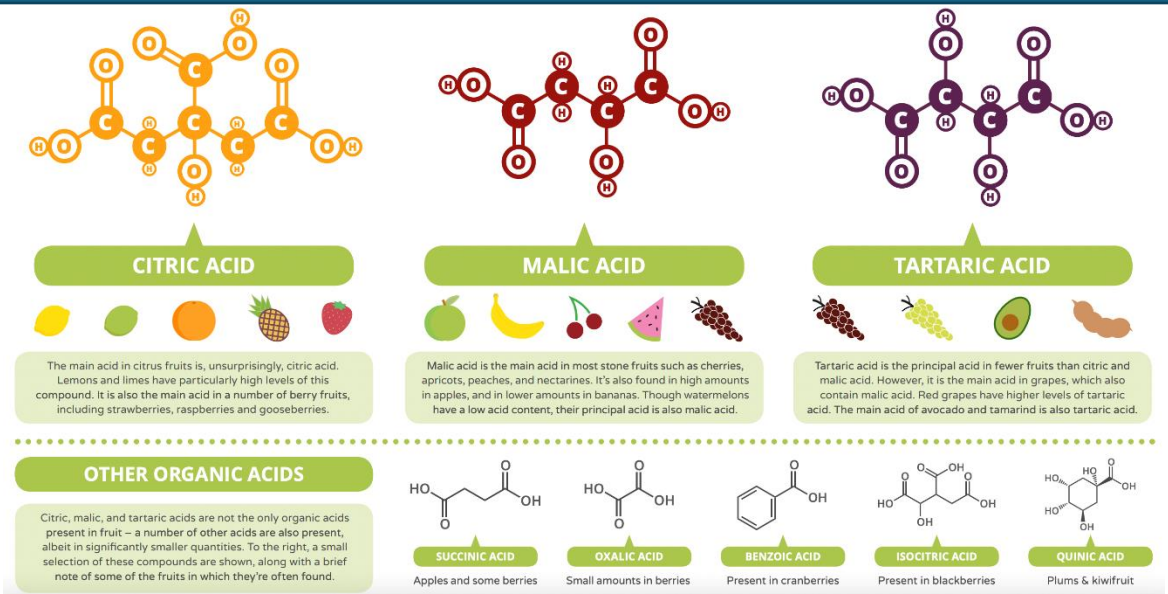


Figure 2. Organic acids in horticultural crops

Citric acid contents of fruits

As a result of this study conducted in Bayburt province, the citric acid value of organic acids found in *Rosa pimpinellifolia* fruits was found to be in the range of 0.48-0.55% (Table 1). The highest citric acid content in genotypes was found in the BAY-6 genotype with 0.55% and the lowest was found in the BAY-9 genotype with 0.48%. Özrenk et al. (2012) determined in their research conducted around Erzincan that the citric acid content in rosehips varied between 1.56-3.15%. Because of its acidic, sour-tasting nature, citric acid is predominantly used as a flavoring and preserving agent, especially in soft drinks and candies. It's also used to stabilize or preserve medicines and as a disinfectant.

Tartaric acid contents of fruits

In the study, the amount of tartaric acid from organic acids in rosehip genotypes was found to be between 0.18-0.25% (Table 1). The highest tartaric acid content in genotypes was determined in the BAY-8 genotype with 0.25%, while the lowest was determined in the BAY-4 genotype with 0.18%. In their research conducted around Erzincan, Özrenk et al. (2012) determined that the tartaric acid content in rosehips varied between 0.073-0.155%. Tartaric acid is widely used as an acidulant in carbonated drinks, effervescent tablets, gelatin desserts, and fruit jellies. It has many industrial applications-e.g., in cleaning and polishing metals, in calico printing, in wool dyeing, and in certain photographic printing and development processes.

Table 1. Organic acids (%) in fruits of *Rosa pimpinellifolia* genotypes

Genotypes	Malic acid	Sitric acid	Tartaric acid	Oxalic acid	Succinic acid
BAY-1	0.70±0.06b	0.51±0.04b	0.19±0.03bc	0.13±0.01^{NS}	0.10±0.02^{NS}
BAY-2	0.72±0.05ab	0.53±0.03ab	0.21±0.02b	0.14±0.02	0.12±0.01
BAY-3	0.72±0.06ab	0.50±0.04bc	0.18±0.02c	0.14±0.01	0.10±0.02
BAY-4	0.69±0.03bc	0.51±0.04b	0.18±0.02c	0.12±0.01	0.09±0.02
BAY-5	0.74±0.06a	0.51±0.04b	0.20±0.02bc	0.12±0.02	0.11±0.01
BAY-6	0.69±0.03bc	0.55±0.05a	0.19±0.02bc	0.16±0.02	0.13±0.02
BAY-7	0.74±0.05a	0.48±0.04c	0.21±0.02b	0.12±0.01	0.11±0.01
BAY-8	0.72±0.03ab	0.49±0.04bc	0.25±0.03a	0.16±0.01	0.10±0.01
BAY-9	0.66±0.05c	0.48±0.03c	0.19±0.01bc	0.16±0.02	0.09±0.01
BAY-10	0.68±0.04bc	0.50±0.02bc	0.19±0.02bc	0.13±0.02	0.09±0.01
BAY-11	0.69±0.06bc	0.53±0.04ab	0.24±0.02ab	0.15±0.01	0.11±0.01

There is no statistically significant difference at the 5% level between means shown with the same letter in the same column

Oxalic acid contents of fruits

In the study, the amount of oxalic acid from organic acids was found to be between 0.12-0.16% (Table 1). The highest oxalic acid content in genotypes was obtained in BAY-9 genotype with 0.16%, and the lowest in BAY-5 genotype with 0.12%. Özrenk et al. (2012) determined in their research conducted around Erzincan that the oxalic acid content in rosehips varied between 0.32-0.62%. Oxalic acid is mainly contained in dark-green leafy plants such as spinach and kiwifruit species complexed with ions (i.e. Ca, Fe, NA, Mg or K) to produce oxalates (Ivandini et al., 2006). Oxalic acid was almost undetectable in apricot, pear, apple and peach (Chinnici et al., 2005).

Succinic acid contents of fruits

In the study, the amount of succinic acid from organic acids was found to be between 0.09-0.13% (Table 1). The highest succinic acid content in genotypes was found in BAY-6 genotype with 0.13%, and the lowest was found in BAY-10 genotype with 0.09%. Özrenk et al. (2012) determined

in their research around Erzincan that the succinic acid rate varied between 0.028-2.465%. Succinic acid has a pivotal role as starting material for secondary chemical production that is used in pharmaceutical, food, and agriculture. Succinic acid produced biochemically from glucose using a genetically modified organism is cost-effective and renders high functionality.

Conclusion

Genotypes had mostly malic and citric acid and displayed differences on malic, citric and tartaric acid content. Among organic acids deriving from the tricarboxylic acid (TCA) cycle, malate and citrate were the most abundant and detected in all genotypes, in agreement with previous works (Colaric et al. 2005; Bureau et al. 2013), These two organic acids are strongly linked to the sensory perception of sourness. Malate has a mild sour flavour with a refreshing taste, compared to citrate, and was the most abundant in all but four selections showing a larger concentration of citrate (Esti et al. 2002).

References

Abdullah, M.R., Haque, M.E., Sarwar, A.K., Ashrafuzzaman, M., & Rahman, M.M. (2020). Diversity of underutilized fruits and their uses in Karnaphuli range, Rangamati, Bangladesh. International Journal of Forest Ecology and Environment, 1, 10-20.

Batista-Silva, W., Nascimento, V.L., Medeiros, D.B., Nunes-Nesi, A., Ribeiro, D.M., Zsögön, A., & Araújo, W.L. (2018). Modifications in organic acid profiles during fruit development and ripening: correlation or causation? Frontiers in Plant Science, 9,1689.

Bevilacqua, AE., & Califano, A.N. (1989). Determination of organic acids in dairy products by high performance liquid chromatography. Journal of Food Science, 54, 1076-1079.

Bureau, S., Quilot-Turion, B., Signoret, V., Renaud, C., Maucort, M., Bancel, D., & Renard, M.C.G. (2013). Determination of the composition in sugars and organic acids in peach using mid-infrared spectroscopy: Comparisons results according to datasets and different reference methods. Analytical Chemistry, 85 (23), 11312-11318.

Chinnici, F., Spinabelli, U., Riponi, C., & Amati, A. (2005). Optimization of the determination of organic acids and sugars in fruit juices by ion-exclusion liquid chromatography. Journal of Food Composition and Analysis, 18, 121-130.

Colaric, M., Veberic, R., Stampar, F., & Hudina, M. (2005). Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and chemical attributes. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, 2611-2616.

Desnoues, E., Gibon, Y., Baldazzi, V., Signoret, V., G´enard, M., & Quilot-Turion, B. (2014). Profiling sugar metabolism during fruit development in a peach progeny with different fructose-to-glucose ratios. BMC Plant Biology, 14, 336.

Dinesha, S., Rakesh, S., Sarkar, D., Prakash Kumar, J.H.A., Balasani, R, Shikha Saswat, K., Seth, V., Rakshit, A., Datta, R., & Ercisli, S. (2024). Underutilized edible fruit species of the Indo-Gangetic Plains: A systematic review for food security and land degradation neutrality. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 48 (3), 443 469.

Ercisli, S. (2025). Rose (*Rosa* spp.) germplasm resources of Turkey. Genetic Resources and Crop Evolution, 52, 787-795.

Esti, M., Cinquanta, L., Sinesio, F., Moneta, E., & Di Matteo, M. (2002). Physicochemical and sensory fruit characteristics of two sweet cherry cultivars after cool storage. Food Chemistry, 76, 339-405.

Famiani, F., Bonghi, C., Chen, Z.-H., Drincovich, M.F., Farinelli, D., Lara, M.V., Proietti, S., Rosati, A., Vizzotto, G., & Walker, R.P. (2020). Stone fruits: Growth and nitrogen and organic acid metabolism in the fruits and seeds-A review. Frontiers in Plant Science, 11.

Gündoğdu, M., Kuru, S.B., Geçer, M.K., Kıpçak, S., & Çakmakcı, Ö. (2019). Çilek yapraklarının antioksidan enzim aktiviteleri üzerine farklı hormon uygulamalarının etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 29, 2, 225-232.

Ivandini, T.A., Rao, T.N., Fujishima, A., & Einaga, Y. (2006). Electrochemical oxidation of oxalic acid at highly boron-doped diamond electrodes. Analytical Chemistry, 78, 3467-3471.

Milosavljević, D., Maksimović, V., Milivojević, J., Djekić, I., Wolf, B., Zuber, J., Vogt, C., & Dragišić Maksimović, J. (2023). Sugars and organic acids in 25 strawberry cultivars: Qualitative and quantitative evaluation. Plants, 12(12), 2238.

Özrenk, K., Gündoğdu, M., & Doğan, A. (2012). Erzincan yöresi kuşburnu (*Rosa canina* L.) meyvelerinin organik asit, şeker ve mineral madde içerikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 22, 1, 20-25.

Zheng, B., Zhao, L., Jiang, X., Cherono, S., Liu, J., Ogutu, C., Ntini, C., Zhang, X., & Han, Y. (2021). Assessment of organic acid accumulation and its related genes in peach. Food Chemistry, 334.

GELENEKSEL DENİZLİ YANIK KOKULU SÜZME YOĞURT ÜRETİMİ VE DEPOLAMA SÜRESİNCE TEKSTÜREL ÖZELİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ

Seval Sevgi KIRDAR
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur Food Agriculture and Livestock Vocational School, Department of Food Processing, Burdur
ORCID: 0000-0003-4836-7496
Zeynep KUŞÇU
Lermonos Winery, Çal, Denizli
ORCID: 0000-0002-5328-0160

ÖZET

Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurt, Denizli il merkezine bağlı olan Tavas, Acıpayam, Babadağ ve Honaz ilçelerinin köylerinde geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen ve halk tarafından "Yanık kokulu süzme yoğurdu" veya isli yoğurt" olarak bilinen tuzsuz konsantre bir yoğurt çeşididir. Yoğurt sarımtırak renkte, isli tat ve kokuya sahip, ekşimtırak, tuzsuz, peynirimsi aromanın hissedildiği sert ve pürüzsüz yapıya sahiptir. Bu çalışmada, geleneksel yöntemle üretilen Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurtlarının (1. 7. 14. ve 30. günler) depolama süresindeki tekstürel özellikleri incelenmiştir. Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurt üretiminde Denizli ilinin Tavas ilçesine bağlı Güzelköy mahallesinden temin edilen sabah sağımı çiğ sütler kullanılarak üretilen yoğurtlar kullanılmıştır. Sütler geleneksel metot kullanılarak önce meşe odunu ateşinde dibi sütle tutturulmuş yanık tencerede 92±2ºC'de 15-20 dakika pastörizasyon işlemi tamamlandıktan sonra oda sıcaklığında 45±2ºC'ye gelene kadar soğutulmuştur. Bu sıcaklıkta daha önceden yapılmış Denizli yanık kokulu süzme yoğurt ile mayalanan sütler yaklaşık 2-3 saat fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon işlemi sonucu yoğurtlar buzdolabında soğutulmuş ve ertesi gün bez keselere dökülerek 24 saat süzülme işlemi gerçekleştirilmiştir. Denizli Yanık kokulu süzme yoğurdu örneklerinin tekstür analizleri oda sıcaklığında, TA-XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, İngiltere) analiz cihazı ile yapılmıştır. Depolama süresince kıvam değeri, sertlik, dış yapışkanlık değeri ve iç yapışkanlık değeri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 0639-YL-20 proje numarası ile desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yoğurt, geleneksel yoğurt, süzme yoğurt, Denizli yanık kokulu süzme yoğurt, tekstür

TRADITIONAL DENIZLI BURN SMELLED STRAINED YOGURT PRODUCTION AND DETERMINATION OF CHANGES IN TEXTURAL PROPERTIES DURING STORAGE

ABSTRACT

Denizli Burnt Scented Strained Yogurt is a type of unsalted concentrated yogurt produced by traditional methods in the villages of Tavas, Acıpayam, Babadağ, and Honaz districts of Denizli city center and known by the public as "Burnt Scented Strained Yogurt" or "Smoked Yogurt." Yogurt is yellowish in color, has a smoked taste and smell, is sour and unsalted, and has a hard and smooth structure with a cheese-like aroma. In this study, the textural properties of Denizli Burnt Scented Strained Yogurt produced by the traditional method (1st, 7th, 14th, and 30th days) during storage were investigated. Yogurts produced by morning milking from the Güzelköy neighborhood of the Tavas district of Denizli province were used in the production of Denizli Burnt Scented Strained Yogurt. The milks were first pasteurized by the traditional method in a burnt pot with the bottom held with milk at 92±2ºC for 15–20 minutes and then stored at room temperature. It was cooled until it reached 45±2ºC. At this temperature, previously made Denizli burnt-odor strained yogurt and fermented milk were left for fermentation for approximately 2-3 hours. As a result of the fermentation process, the yogurts were cooled in the refrigerator, and the next day they were poured into cloth bags, and the straining process was carried out for 24 hours. Texture analyses of Denizli burnt-odor strained yogurt samples were made at room temperature with a TA-XT Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Godalming, England). It was determined that the effect on consistency value, hardness, external adhesiveness value and internal adhesiveness value during storage was statistically significant ($p<0.05$). Burdur Mehmet Akif Ersoy University Scientific Research Projects Coordination Office supported this research with project number 0639-YL-20.

Key words: Yogurt, traditional yogurt, strained yogurt, Denizli burnt smelled strained yoğurt, texture

1.Giriş

Türkiye’de en fazla tüketilen fermente süt ürünü olan yoğurt, konsantre (kurutulmuş olarak ya da süzme yoğurt formunda), içilebilir kıvamda (ayran) ya da çeşnili (sarımsaklı, baharatlı, meyveli vb.) olarak farklı şekillerde tüketilebildiği gibi kültürümüzde önemli yer tutan bazı gıda maddelerinin ve yemeklerin (borani, tarhana, tutmaç, yoğurt çorbası vb.) hazırlanmasında da önemli bir gıda olarak kullanılmaktadır (Horzum, 2016; Keser ve Kırdar, 2018).

Yoğurdun keşfedilmesinden bu yana çeşitli üretim ve muhafaza yöntemleri geliştirilmiştir. Yoğurdun muhafazasında soğukta muhafazanın yapılamadığı veya yetersiz kaldığı durumlarda genellikle süzdürme yöntemi kullanılmaktadır. Ayrıca tuzlama, pişirme, ısıtma, aseptik üretim, biyostabilizasyon, kontrollü atmosferde muhafaza, kimyasal koruma, pastörizasyon, dondurma, kurutma ve çok yönlü frekans metodu gibi teknikler de yoğurdun muhafazası için kullanılmaktadır (Horzum, 2016; Keser ve Kırdar, 2018;Saçak, 2022).

Güney Doğu ve Doğu Anadolu bölgesinde (Kars, Van, Şırnak ve Elâzığ) "Kurut" çorba, mantı ve bazı yöresel yemeklerle birlikte tüketilmektedir. Akdeniz (Hatay), İç Anadolu (Sivas) ve Doğu Anadolu (Bingöl)'da "Kış Yoğurdu" geleneksel üretilen bir yoğurt çeşididir (Horzum, 2016). Trakya bölgesinde "Silivri yoğurdu" 1870'li yıllardan beri üretilmektedir. Akdeniz bölgesinde Antalya "Tulum Yoğurdu", Kayseri ve Niğde'de "Dorak Yoğurdu", Isparta ve Trabzon'un "Külek Yoğurdu", Burdur'un Kökez köyünde üretilen "Kökez süzme yoğurdu" ve Denizli'nin "Yanık kokulu yoğurdu" geleneksel yoğurtlarımızdan birkaç tanesidir (Ünsal, 2019; Horzum, 2016; Kuçcu ve Kırdar, 2018).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'ne göre Süzme yoğurt "sütün protein oranı standardize edilerek veya yoğurdun serumunun uygun bir teknoloji veya yöntem ile uzaklaştırılması sonucu protein içeriği en az kütlece %8'e (m/m) ayarlanan ve son tüketim tarihine kadar yeterli sayıda canlı ve aktif starter bakteri bulunduran fermente süt ürünü" olarak tanımlanmıştır (TGK, 2024). Süzme yoğurt kurumadde oranı yüksek, yumuşak yapılı, kolay sürülebilme yeteneğine sahip ve kullanılan süt türüne göre beyazdan sarıya renge değişen fermente bir süt ürünüdür. Kendisine has tat, koku ve yapıya sahip olan bu ürün, protein yönünden oldukça zengindir. Süzme yoğurtlarda renk, kullanılan süt türüne göre beyazdan sarıya değişmekte olup ürün kendisine has tada, koku ve yapıya sahiptir (Yaralı ve Çetiner, 2020).

Tekstür, Latince textura (cloth), kumaştan gelmekte ve iplikçikler arasındaki çapraz bağları ifade etmektedir. Tekstür yoğurt kalitesinin belirlenmesinde önemli bir bileşen olarak ürünün yapısal ve duyusal özellikleriyle yakından ilişkilidir (Ozcan, 2013; González-Tomás ve Costell, 2006). Yoğurt kalitesi için önemli bir gösterge olan tekstür, yoğurdun yapısal ve duyusal özellikleriyle de yakından ilişkilidir. Sütün standardizasyonu ve kuru maddenin farklı tekniklerle arttırılması, homojenizasyon, ısıl işlem, inkübasyon koşulları, kullanılan starter kültürler, soğutma ve depolama koşulları gibi etmenler yoğurdun jel yapısı ve tekstürel özelliklerine etki etmekte ve bu şartlara göre de kalite özellikleri değişkenlik göstermektedir (Ozcan ve Yildiz, 2016). Tekstür Profil

Analizi (TPA) ise katı ya da yarı katı özellikteki gıdalarda sertlik, kırılganlık, iç ve dış yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik, sakızımsılık ve esneklik gibi tekstürel özelliklerinin aletsel olarak belirlenmesi amacıyla kullanılan, gıda maddesinin ağız hareketlerini baz alarak çene hareketine benzer şekilde, bir piston yardımıyla iki kez sıkıştırılması prensibine dayanmaktadır. İşlem bir açıdan çiğneme modeli yaratmaktadır (Szczesniak, 1963; Bourne, 1978; Anonim, 2020). Bu çalışmada Denizli İli Yanık kokulu yoğurt üretim tekniğinin belirlenmesi ve elde edilen yoğurtların 30 günlük depolama süresince tekstürel özelliklerinin saptanması amaçlanmıştır.

2.Matertal ve metot

2.1. Materyal

Süzme yoğurt üretiminde Denizli ilinin Tavas ilçesine bağlı Güzelköy mahallesinden temin edilen sabah sağımı çiğ sütler kullanılarak üretilen yoğurtlar kullanılmıştır. Çalışmamız için temin edinilen inek sütlerinden taze yoğurt ve bu yoğurtların süzülmesi ile Denizli yanık kokulu süzme yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil.1).

Denizli Yanık Kokulu Süzme Yoğurtların üretimi üç tekrarlı farklı günlerde gerçekleştirilmiştir. Denizli Yanık kokulu süzme yoğurdu örneklerinde depolamanın 1, 7, 14, ve 30. günler analizler yapılacak şekilde planlanmıştır. her bir üretimde paralel örnekleme yapılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Yoğurt ve Denizli yanık kokulu süzme yoğurt örnekleri Burdur Gıda Tarım Hayvancılık Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü Süt ve Ürünleri Teknoloji Programı laboratuvarına soğuk zincir muhafaza edilerek ulaştırılmış ve analizler süresince buzdolabında (+4^{o}C) muhafaza edilmiştir.

2.2.Tekstür analizi

Tekstür ölçümleri Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Süt Ürünleri ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Denizli Yanık kokulu süzme yoğurdu örneklerinin tekstür analizleri oda sıcaklığında, TA-XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, İngiltere) analiz cihazı ile yapılmıştır. Analizde A/BE-d35 probu kullanılmış olup, yük (load cell): 5 kg, %70 kompresyon, test öncesi 1 mm/sn ve sonrası 10 mm/sn prop hızı ve test sırasında prop hızı: 1 mm/sn olarak uygulanmıştır (Tablo.1).

Tablo 1. TA-XT Plus Texture Analyser çalışma prensipleri

Test Modu	Kompresyon
Test öncesi hız	1 mm/sec
Test hızı	1 mm/sec
Test sonrası hız	10 mm/sec
Target mode	Strain
Strain	%70
Trigger Force	5 g
Prop	A/BE-d35; Back extrusion rig 35mm DISC

2.3.İstatistiksel Analizler

"Tesadüf Parselleri Deneme Planı" na göre yapılacak ve MİNİTAB istatistik paket programı kullanılmıştır. Kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları arasında farklılık olup *olmadığını* saptamak amacıyla tek yönlü varyans analizi uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılığın saptanması amacıyla "Duncan" çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurt üretim teknolojisi

Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurt, Denizli il merkezine bağlı olan Tavas, Acıpayam, Babadağ ve Honaz ilçelerinin köylerinde geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen ve halk tarafından "Yanık kokulu süzme yoğurdu" veya isli yoğurt" olarak bilinen tuzsuz konsantre bir süzme yoğurt çeşididir. Hammadde olarak koyun ya da keçi sütü veya inek sütü ile keçi sütü ve koyun sütlerinin paçal yapılması suretiyle yoğurt üretimi gerçekleştirilmektedir (Kuşçu ve Kırdar 2018). Denizli Yanık Kokulu Süzme yoğurdu geleneksel yöntemle odun ateşinde kazan kızdırılarak bir miktar süt kazana dökülmüş ve pişirilerek pastörizasyon işlemi yapılmıştır. Bu işlemde yaklaşık olarak 95ºC'ye kadar ısıtılan sütler bu sıcaklıklarda 15-20 dakika boyunca tutulmuştur. Pastörize olan süt başka bir kaba alınmış ve bulaşık sütlü kazan tekrar odun ateşinde ısıtılmış ve kazanda kalan süt kazanın dibinin tutması sağlanmıştır. Dibi tutan kazana süt dökülmüş ve kaynatılarak pastörizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Pastörizasyonu tamamlanan sütler ve 45±2ºC'ye gelecek şekilde 4-5 saat oda sıcaklığında kendi halinde soğuması sağlanmıştır. Mayalama sıcaklığına (45±2ºC) ulaşan sütlere bir yemek kaşığı bir gün önceki yanık süzme yoğurdundan (yahşi maya/kara maya)) ilave edilerek mayalanmış, kazanın üstü sarılarak kapatılmış ve 45±2ºC'de 2-3 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası yoğurtlar buzdolabında, 4±1ºC'de yaklaşık 15 saat kadar

soğutulmuş ham bezden yapılmış keselere aktarılarak 24 saat boyunca askıda süzülmeleri sağlanmıştır. Süzülme işlemi tamamlandıktan sonra bez torbalardan alınan yoğurtlar ambalajlanır (Kuşçu ve Kırdar 2018).



Şekil.1. Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurt üretim aşamaları (Fotograflar Zeynep KUŞÇU (kaynak: Kuşcu, 2022)

3.2. Tekstürel Özellikler

Görünüş ve tat gibi parametrelerle ilgili olan tekstür bir gıdanın duyusal karakteristiklerinin belirlenmesi olarak ifade edilmektedir. Yoğurt kalitesinin belirlenmesinde önemli bir unsur olan tekstür ürünün yapısal ve duyusal özellikleriyle yakından ilişkilidir. Tekstür duyusal (fizyolojik/ psikolojik) yada fiziksel (reoloji) olarak gıdanın ölçülebilen mekaniksel davranışlarıdır (Özcan,

2013; Saçak, 2022). Yoğurdun tekstürel özelliklerini sertlik, kıvam, dış yapışkanlık ve iç yapışkanlık değerleri oluşturmaktadır (Megenis ve ark., 2006). Yoğurdun tüketiciler tarafından kabul görmesinde önemli rol oynayan tekstür özellikleri; çiğ sütün yağ ve kurumadde içeriğinin ayarlanmasına, uygulanacak olan ısıl işleme, homojenizasyon işlemine, kullanılan starter kültürlere, inkübasyon koşullarına, soğutma ve depolama koşullarına göre değişkenlik gösterebilmektedir (Sodini ve ark., 2004; Lee ve Lucey, 2010). Yoğurt için tekstür özelliklerinden sertlik (gram), kıvam (gram.saniye), dış yapışkanlık (gram) ve iç yapışkanlık (gram.saniye) değişkenleri kullanılmıştır. Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurtların 30 günlük depolama süresindeki tekstür özelliklerine ait değişim Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo.2. Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurtların depolama süresindeki tekstür özelliklerine ait değişimler

Tekstür Özellikler	1.gün	7.gün	14.gün	30.gün
Sertlik (g)	2.065,29±126,35^{a}	2.129,49±303,35^{a}	1.546,81±18,90^{b}	2.375,55±215,88^{a}
Kıvam (g.sn)	59.665,88±1.132,82^{a}	62.428,48±971,71^{a}	49.201,67±222,13^{b}	42.162,55±153,56^{c}
Dış Yapışkanlık (g)	-2.831,64±125,46^{a}	-2.904,08±349,39^{a}	-2.023,47±150,31^{b}	-3.120,57±244,07^{a}
İç Yapışkanlık (g.sn)	-4.752,51±76,03^{a}	-3.075,71±75,71^{c}	-2.366,30±33,70^{d}	-4.546,61±81,31^{b}

*p <0,05 düzeyinde önemlidir.
a, b, c, d farklı harfle gösterilen ortalamalar birbirinden p <0,05 düzeyinde önemlidir.

.

3.2.1. Sertlik (Hardness)

Sertlik, gıdanın ağızda ilk deformasyonunu sağlamak için gereken kuvvettir. Yoğurdun tekstürel özelliklerinin değerlendirmesinde en önemli parametre sertliktir. Depolama süresinin başlangıcında örneklerin sertlik değerleri 71,83-153,50 g aralığında değişiklik göstermiştir. Örneklerin sertlik değerleri Farklı starter kültür kullanımının yoğurtların tekstürel ve viskozite özelliklerine etkisi arasında istatiksel olarak önemli farklılıklar olduğu görülmektedir .

Sertlik, tekstürel açıdan yoğurt örneğine birinci sıkıştırmada uygulanan maksimum kuvvet olarak tanımlanırken; duyusal açıdan ise bir maddeyi dişler arasında veya dil damak arasında sıkıştırarak belirli bir deformasyon veya penetrasyon sağlamak için gerekli olan kuvvet olarak ifade edilmektedir (Bourne, 1982; Ozcan, 2013). Depolamanın başlangıcında sertlik değerleri 2.065,29±126,35g iken 7. günde de artış göstererek 2.129,49±303,35g değerine ulaşmıştır. 14. günde ise 1546,81±18,90g değerine düştüğü gözlenmiştir. Depolama süresinin 30.gününde ise sertlik değeri 2.375,55±215,88 g olarak tespit edilmiştir. Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurtların 30 gün depolama sürecinde başlangıç değerine göre sertlik değerlerinde artış tespit edilmiştir. Depolama süresinin sertlik değeri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Sodini ve ark.(2004) uzun depolama süresinin yoğurt örneklerinin bazı tekstürel özellikleri (sertlik, serum ayrılması) üzerine etkisi olduğunu belirterek; bu durumun asitlik ve kazein hidratasyonunda meydana gelen artıştan ileri gelebileceğini bildirmişlerdir. Akpınar ve ark. (2020) probiyotik yoğurt örneklerinde sertlik değerlerinin depolama süresince arttığını ve depolama sonunda en yüksek seviyeye ulaştığını belirtmiştir.

Baladura (2011) ve Akpınar ve ark. (2020) ve yoğurtlarda sertlik değerinin depolama süresince arttığını ve depolama sonunda en yüksek seviyeye ulaştığını belirtmişlerdir. Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurt örneklerinin sertlik değerlerinde 14.güne kadar bir azalma görülürken, 30.günde en yüksek seviyede olduğu saptanmıştır. Araştırma sonuçları araştırmacıların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Seçkin ve Özkılınç (2008)'de konsantre yoğurtlarda 21 günlük depolama sürecinde sertlik değerlerinde başlangıç değerine göre 14. günde bir azalma olurken 21. günde artış olduğunu belirtmişlerdir. Bunu da depolama sürecinde proteinlerin su tutma kapasitesinin artmasına bağlamışlardır. Araştırmada elde ettiğimiz değerler araştırmacının değerlerinden yüksektir. Fakat depolama sürecindeki artış miktarları ile uyum göstermektedir.

Shamsia ve El-Ghannam (2012), geleneksel üretilen Labneh'de sertlik değerini 2.586 g olarak tespit etmiştir. Araştırma sonuçlarımız bu değerler ile benzerlik göstermektedir. Habib ve ark. (2017), geleneksel yöntemle üretilen Labneh örneklerinde 12 gün depolama sürecinde tekstürel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında sertlik değeri depolamanın 1. gününde 1136.27 g iken 12. günde 1050.45 g değerine düştüğünü ifade etmiştir. Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurt örneklerinde depolamanın 1. gününde 2.065,29 g olan sertlik değeri 14 günde 1.546,81 değerine düşmüş olup sonuçlarımız çalışma ile uyumludur.

Saçak (2022), Burdur Kökez süzme yoğurdunun depolama süresinde değişimlerini incelediği çalışmasında depolama süresindeki sertlik başlangıç değerleri 1.099,12±42,32g olarak belirlenmiştir. Depolama süresinin 15. gününde 99 sertlik en yüksek değerine ulaşmış olup 1.666,33±31,20 g değeri saptanmıştır. Depolamanın 30. gününde ise sertlik değerinde düşme gözlenmiş ve 1.254,68±8,19 g olarak tespit edilmiştir. 30 günlük depolama süresi sonunda örneklerin sertlik değerlerinde başlangıca göre artış olduğunu saptamıştır. Araştırma sonuçlarımız Saçak (2022) ile uyumludur.

3.2.2. Kıvam (Consistency)

Yoğurdun tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini belirleyen en önemli tekstür özelliklerinden biri olan kıvam ürünün yoğunluğu hakkında bilgi vermektedir (Özcan, 2013). Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurtlarında ortalama kıvam değerleri (g.s) Tablo 2 de verilmiştir. Tablo incelendiğinde depolamanın 7. gününde kıvam değeri 62.428±971,706 g.s ile en yüksek değeri tespit edilmiştir. En düşük değere ise 42.162,55±153,56 g.s ile depolamanın 30. gününde ulaştığı saptanmıştır. Depolama süresinin Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurtların kıvam değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Alkobeisi ve ark. (2022) Labneh'nin depolama sürecindeki tekstürel özelliklerin değişimini inceledikleri çalışmalarında kıvam değerleri sırasıyla 3.053g.s., 2.672 g.s. ve 2.586 g.s. olarak tespit etmişlerdir. Kökez süzme yoğurt örneklerinin ortalama kıvam değerleri (g.s) cinsinden belirlenmiş olup en yüksek değer -42.564,83±582,33 g.s ile depolama süresinin 15. gününde, en düşük -38.329,55±463,05 g.s. değer ise depolama süresinin 30. gününde tespit edilmiştir (Saçak, 2022). Depolama sürecinde konsistens değerlerimiz 15. güne kadar artış gösterirken, 30. günde azalma belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarımız Alkobeisi ve ark. (2022) ve Saçak (2022) ile benzerlik göstermektedir.

3.2.3. Dış Yapışkanlık (Cohesiveness)

Yoğurdun viskoelastik yapısı hakkında bilgi veren dış yapışkanlık, yoğurtta tekstürel bir hatanın olup olmadığının da göstergesidir. Bu durum depolamanın ilerleyen aşamalarında yoğurt pıhtı kitlesinin birbirine yapışarak ipliksi görünüme dönmesine neden olabilmektedir (Altunkaya, 2006). Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurtlarında dış yapışkanlık değeri 3.120,57±244,02 g değeri ile depolamanın 30. gününde en yüksek değer olarak tespit edilmiştir. En düşük değer ise 2.023,47±150,31 g ile depolamanın 14. gününde belirlenmiştir. Denizli Yanık Kokulu süzme

yoğurtlarında dış yapışkanlık değeri üzerine depolamanın etkisi istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Köse ve ark. (2018) yoğurtlarda yapışkanlık değerlerini -2,13 ile -44,13 g olarak tespit etmişlerdir. Özkılınç (2009) tarafından yapılan, 21 günlük depolama süresi olan çalışmada, en yüksek yapışkanlık değeri -1.391,15 gr ile depolamanın 21. gününde, en düşük yapışkanlık değerinin -548,75 gr ile depolamanın 1. gününde bulunduğu bildirilmiştir. Saçak (2022) depolama sürecinde Kökez süzme yoğurtlarının dış yapışkanlığın -1.426,73 g değeri ile en yüksek depolama süresinin 1. gününde olduğu 101 bildirmiştir. En düşük değer ise -2.024,32 g olup depolama süresinin 30. gününde tespit edilmiştir.

3.2.3. İç Yapışkanlık (Work of Cohesion)

Yoğurtta pıhtı yapısının tamamen bozulmasından önce yoğurdun ne kadar deforme olabileceğinin bir ölçüsü olarak tanımlanan iç yapışkanlık duyusal terimlerle tanımlandığında bir maddenin kırılmadan önce dişler arasında sıkıştırılma derecesidir (Akan ve Kınık, 2018). İç yapışkanlık yoğurttaki güçlü bağ oluşumunun bir göstergesidir ve yoğurdun yapısal bütünlüğü üzerinde etkisinin olduğu bilinmektedir. Yoğurdun daha güçlü bir jel yapısına sahip olması iç yapışkanlık değerinin yüksek olması ile ilişkilendirilebilir (Özcan, 2013, Akan and Kınık, 2018, Saçak, 2022). Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurtlarının iç yapışkanlık değerleri Tablo 2'de görüldüğü üzere depolama boyunca -2.366,30±33,70 ile -4.752,51±76,03g.s. değerleri arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek değer depolamanın 1. gününde -4752,51±76,03 g.s. olarak belirlenmiştir. Depolama süresince iç yapışkanlık değeri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Alkobeisi ve ark. (2022) Labneh'nin depolama sürecindeki tekstürel özelliklerin değişimini inceledikleri çalışmalarında yapışkanlık ise sırasıyla -857 g.s, -640 g.s ve – 648 g.s olarak tespit etmişlerdir. Geleneksel yöntemle üretilen Labneh örneklerinde 12 gün depolama sürecinde yapışkanlık değerlerini depolamanın başlangıcında - 1.030,9 g.s iken, 12. günde -1.113,4 g.s değerine yükseldiğini saptamışlardır (Habib ve ark., 2017). Araştırma sonucumuz bu değerlerden yüksek olmasına rağmen depolama süresince değerlerin değişim oranıyla uyumlu olduğu görülmüştür. Saçak (2022), iç yapışkanlık depolama süresince -3.749,44 ve -2.471,62 g.s. değerleri arasında değişkenlik gösterdiğini belirlemiştir. En yüksek ortalama değer -2.471,62 g.s. ile depolama süresinin 15. gününde gerçekleşmiştir.Araştırma sonuçlarımız, Alkobeisi ve ark. (2022) Akan ve ark. (2021) ve Saçak (2022) ile uyumludur

Yapılan çalışmalar sertlik ve konsistens değerlerinin depolama periyodunun ilerlemesiyle arttığını, bunun nedeninin ısıl işlem, pH değerinin düşmesi, yoğurt kültürünün farklılığından kaynaklandığını belirtmişlerdir (Bulut ve ark., 2021; Hovjecki ve ark., 2021).

SONUÇ

Denizli Yanık Kokulu süzme yoğurtların tekstürel özellikleri incelendiğinde ise depolama süresi boyunca sertlik ve dış yapışkanlık değerlerinde artış kıvam ve iç yapışkanlık değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Tüm parametreler depolama süresinin Denizli yanık kokulu süzme yoğurtlarının tekstürel özellikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Yoğurtların depolama süresinde sertlik değerlerindeki artışın proteinlerin su tutma kapasitelerindeki artışına bağlı olarak geliştiği ile ilgili olduğu düşünülebilir. Konsantre fermente süt ürünlerinin sertliği toplam kuru madde, kullanılan sütün bileşimi ve uygulanan proses işlemlerine özellikle uzun fermantasyon süresi ve soğutma süresine göre değişkenlik gösterebilmektedir (Pakseressht ve ark., 2017; Akan ve ark., 2021; Saçak, 2022).

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 0639-YL-20 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Akan, E. & Kınık, Ö. (2018). Effect of mineral salt replacement on properties of Turkish White cheese, *Mljekarstvo* 68, 46-56.

Akan, E., Yerlikaya, O., Saygılı, D., & Kınık, Ö. (2021). Farklı starter kültür kullanımının yoğurtların tekstürel ve viskozite özelliklerine etkisi. *E.Ü. Ziraat Fak. Derg.,* 58(3), 377-383.

Akpınar, A., Saygılı, D. & Yerlikaya, O. (2020). Production of set-type yoghurt using Enterococcus faecium and Enterococcus durans strains with probiotic potential as starter adjuncts. *Int. J. Dairy Tech.* 73(4): 726-736.

Alkobeisi, F., Varidi, M.J., Varidi, M., & Nooshkam, M. (2022). Quinoa flour as a skim milk powder replacer in concentrated yogurts: Effect on their physicochemical, technological and sensory properties. *Food Sci. & Nutr.,* 10(4), 1113-1125.

Altunkaya, S. (2006). Yoğurt yapımı. Samsun: T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü.

Baladura, E.(2011). *Süzme yoğurtların fonksiyonel özelliklerinin arttırılmasında bazı diyet liflerinin kullanılması üzerine araştırmalar.* Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, Türkiye

Bourne, M.C. (1978). Texture profile analysis. *Food Tech.*, 32(7), 62-72.

Bourne, M.C. (1982). Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press, New York, NY.

Bulut, M., Tunçtürk, Y. & Alwazeer, D.(2021). Effect of fortification of set-type yoghurt with different plant extracts on its physicochemical, rheological, textural and sensory properties during storage. *International Journal of Dairy Technology,* 74(4): 723-736.

Costa, M.P., Frasao, B.S., Silva, A.C.O., Freitas, M.Q., Franco, R.M. & Conte-Junior, C.A.(2015). Cupuassu (Theobroma grandiflorum) pulp, probiotic, and prebiotic: Influence on color, apparent viscosity, and texture of goat milk yogurts. *Journal of Dairy Science* , 98(9), 5995-6003

Delikanli, B. & Ozcan,T. (2014). Effects of various whey proteins on the physicochemical and textural properties of set type nonfat yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 67: 495-503.
Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. & Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları 2). Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, s: 381.
Habib, E.E., Shamsia, S.M., Awad, S.A. & Ziena, H.M. (2017). Physicochemical and sensory properties of labneh fortified with Salvia officinalis. *Alexandria Sci. Exchange J.*, 38(4), 761-769.
Horzum, R.A. (2016). Türkiye'nin Yoğurt Atlası. Yüksek Lisans Semineri, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvansal Ürünler Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Burdur
Hovjecki M., Miloradovic Z., Mirkovic N., Radulovic A., Pudja P. & Miocinovic J. (2021). Rheological and textural properties of goat's milk set-type yoghurt as affected by heat treatment, transglutaminase addition and storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(14), 5898-5906.
Keser, A.R. & Kırdar, S.S. (2018). Traditional yogurts in Turkey. ICENS 2018 4th International Conference Engineering and Natural Science 2-5 May, Kiev/Ukraine
Köse, Y., Altun, İ. & Köse, Ş. (2018). Determination of texture profile analysis of yoğurt produced by industrial and traditional method. *Int. J. of Scientific and Techno. Research,* 4(8), 66-70.
Kuşcu, Z., Kırdar, S.S. (2018). Denizli Yanık Yoğurdu. 1.Ulusal Süt Sempozyumu, Ankara.
Megenis, B.R., Prudencio, E.S., Amboni, R.D.M.C., Cerquierra, N.G., Jr., Olivierra, R.V.B., Soldi, V., & Benedet, H.D. (2006). Compositional and physical properties of yogurt manufactured from whey and cheese concentrated by ultra filtration. *Int. J. of Food Sci. and Techn.*, 41(5), 560-568.
Ozcan, T. (2013). Determination of yogurt quality by using rheological and textural parameters.2013 2ndInternational Conference on Nutrition and Food Sciences -ICNFS 2013,July, 27-28 Moscow, Russia, Nutrition and Food Science II, 53: 118-122.
Özkılıç, A.Y. (2009). Prebiyotik Süzme Yoğurt Üretim Olanakları Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, Türkiye
Seçkin, A.K. & Özkılınç, Y. (2008). Süt ürünlerinde diyet liflerin kullanımı. *Akademik Gıda*, 6(2), 23-27.
Shamsia, S.M., El-Ghannam, M.S. (2012). Manufacture of Labneh from cow's milk using ultrafiltration retentate with or without addition of permeate concentrate. *J. Anim. Prod. Adv.*, 2, 166-173.
Sodini, I,, Remeuf, F., Haddad, S., & Corrieu, G. (2004).The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition,* 44, 113-137.
Özcan, T., & Yıldız, E. (2016). Sebze püresi ile üretilen yoğurtların tekstürel ve duyusal özelliklerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *4*(7), 579-587.
Pakseresht, S., Tehrani, M.M. & Razavi, S.M.A. (2017). Optimization of low-fat settype yoghurt: Effect of altered whey protein to casein ratio, fat content and microbial transglutaminase on rheological and sensorial properties. *J of Food Sci. and Techno.*, 54(8), 2351–2360.
Saçak, E. (2022). *Geleneksel Burdur Kökez Süzme Yoğurdunun Depolama Süresince Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi.* Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Burdur, Türkiye.
TGK (Türk Gıda Kodeksi) (2024). Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2024/1). Ankara.
Ünsal A (2019). "Silivrim Kaymak" Türkiye'nin Yoğurtları. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, s: 375.
Yaralı, E. & Çetiner, Ş. (2020). İnkübasyon çıkış asitliğinin geleneksel olarak üretilen süzme yoğurtların bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Erciyes Üni.. Vet. Fak.Derg.*, 17(3), 297-302.

ANTALYA İLİ COĞRAFİ İŞARET TESCİLLİ ÜRÜNLERİNİN GENEL BİR DEĞERLENDİRİLMESİ

Seval Sevgi KIRDAR
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur Food Agriculture and Livestock Vocational School, Department of Food Processing, Burdur
ORCID: 0000-0003-4836-7496

ÖZET

Coğrafi İşaretler, bir ülkenin doğal ve beşerî coğrafya şartlarına bağlı olarak üretilmiş, oldukça sınırlı bir alanda elde edilebilen, kaliteli nadir ürünlerdir. Bu nedenle de koruma altına alınmaları ve potansiyellerinin değerlendirilmesi önem taşıyan bir konudur. Bu ürünlerin yerel ve uluslararası alanda satışıyla bölge ve ülke ekonomisine gelir temin edilmekte, turizmin gelişimi, kırsal kalkınma ve bölgenin kültürel yapısının tanıtımı sağlanmaktadır. Coğrafi işaretli ürünlerin tescil edilmesi sürdürülebilir ekonomik kalkınmaya etki eden gıda ve tarım ürünlerinin kökeni için çok önemli bir yasal dayanak olmuştur. Coğrafi İşaretler, marka işlevi görmekte, tüketicilerin bilgilenmesini sağlamakta, üreticilere rekabet avantajı sunmakta ve bu avantajın sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır. Coğrafi işaret, kalite ve güven ifade etmekte ve kişilerin kalite algılarını değiştiren temel bir araç olmaktadır. Türkiye'de toplam tescil sayısı 1718 olup, Antalya ilindeki tescil sayısı 19'dur. Akdeniz bölgesinde yer alan iller içerisinde ilk üç sırada Hatay, Kahramanmaraş ve Mersin yer alırken Antalya 6.sıradadır. Başvurusu devam eden ürün sayısı ise 30'dur. Bu 19 ürünün %42.'i menşe adı ve %57.9'u mahreç işareti olarak tescillenmiştir. Tescilli ürünlerin 4 tanesi yemekler ve çorbalar; 2 tanesi Fırıncılık ve pastacılık mamulleri hamur işleri ve tatlılar; 1 tanesi alkolsüz içecekler; 9 tanesi işlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar; 1 tanesi halı ve kilim; 1 adet diğer olarak belirtilen kategoride bulunmaktadır. Bu çalışmada bu ürünler hakkında bir değerlendirme yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi işaret, mahreç işareti, menşe adı, Antalya ili

GENERAL EVALUATION OF ANTALYA PROVINCE GEOGRAPHICAL INDICATION REGISTERED PRODUCTS

ABSTRACT

Geographical Indications are rare products of high quality that can be obtained in a very limited area and produced depending on the natural and human geography conditions of a country. Therefore, it is an important issue to protect them and evaluate their potential. The sale of these products in local and international areas provides income for the regional and national economy, and the development of tourism, rural development and the promotion of the cultural structure of

the region are ensured. Registration of products with geographical indications has become a very important legal basis for the origin of food and agricultural products that affect sustainable economic development. Geographical Indications serve as a brand, ensure that consumers are informed, provide producers with a competitive advantage and contribute to the sustainability of this advantage. Geographical indications express quality and trust and are a basic tool that changes people's perceptions of quality. The total number of registrations in Turkey is 1716, the number of registrations in Antalya is 19, and the first three provinces in the Mediterranean region are Hatay, Kahramanmaraş and Mersin, while Antalya is in 6th place. The number of products with ongoing applications is 30. Of these 19 products, 42% are registered as origin names and 57.9% as source indications. 4 of the registered products are in the categories of dishes and soups; 2 in bakery and pastry products, pastries and desserts; 1 in non-alcoholic beverages; 9 in processed and unprocessed fruits and vegetables and mushrooms; 1 in carpets and rugs; and 1 in other. In this study, an evaluation will be made about these products.

Keywords: Geographical Indications, Appellation of Origin, Designation of Origin, Antalya provience

1.Giriş

Coğrafi İşaret(ler) (Cİ), tüketicilerce tanınmış ve ünlenmiş ürünlerin kökeni (menşe) ile üretim yöntemlerinin güvence altına alınmasını sağlayan ayırt edici resmi kalite işaretleridir. Oldukça uzun bir tarihi geçmişi olan Cİ Eski Mısır'da piramitlerin yapımında kullanılan dayanıklı tuğla ve taşların kökenlerini belirtmek için, Eski Yunan'da ise Thasos Adası şaraplarının kalite işareti olarak kullanılmışlardır. Parmigiano Reggiano ve Comté gibi Cİ'nin kullanımı 13. yüzyıla kadar inmektedir. Fransız yasalarınca "köken adı" korunan ve üretimi titizlikle denetlenen Roquefort peyniri, Fransa'da 1070 yılından beri korunmaktadır (Tekelioğlu, 2021).

Türkiye'de 10 Ocak 2017 tarihinde kabul edilen 6769 sayılı "Sınai Mülkiyet Kanunu"na göre ise "Coğrafi işaret, belirgin bir niteliği, ünü veya diğer özellikleri itibariyle kökenin bulunduğu bir yöre, alan, bölge veya ülke ile özdeşleşmiş bir ürünü gösteren işaretlerdir". (Madde 2-(1)e) (Mevzuat, 2016).

6797 sayılı Sınai Mülkiyet Kanunu'nda Avrupa Birliği uygulamalarına paralel olarak ikili bir koruma sistemi getirilmiştir. Buna göre Cİ, menşe adı ya da mahreç işareti olarak tescil edilir (Md 34) (Mevzuat, 2016). Coğrafi İşaret(Cİ), belirli bir bölgeden kaynaklanan ya da belirli bir niteliği, ünü veya diğer özellikleriyle kökeninin bulunduğu bölge ile özdeşleşmiş ürünleri gösteren işaretlerdir. Cİ'ler, 555 sayılı KHK'nin yerini alan 22.12.2016 tarih ve 6769 sayılı Sınai Mülkiyet

Kanunu'nda Avrupa Birliği uygulamalarına paralel olarak menşe ya da mahreç işareti olarak tescil edilmektedir. Geleneksel ürün adı koruması ise bir Cİ olmayıp, koruma altına alınan gelenektir (Kırdar, 2023, Kırdar 2024).

- "Menşe adı işareti" (Protected designation of origin, PDO): Bütün özelliklerini üretildiği coğrafi alandan alan, üretim-işleme ve hazırlama süreçlerinin tamamının belirtilen coğrafi alanda gerçekleştiği ve aynı kalitede başka yerde üretilemeyen ürünleri tanımlayan işaretlerdir. Bu ürünlerin nitelikleri, kalitesi, ünü ve diğer özellikleri coğrafi yörenin doğal ve beşeri unsurlarından kaynaklanan özellikler taşımakta olup ürünler bu özellikleri ile ün kazanmışlardır. Menşe adını taşıyan ürünlerin ait oldukları coğrafi bölgenin dışında üretilmeleri söz konusu değildir. Çünkü ürün, özgün niteliklerini ancak ait olduğu yöre içinde üretildiği takdirde kazanabilir. Bu ürünler tekil ve eşsiz ürünlerdir (Kırdar, 2023).

Örneğin Ezine peyniri tescil belgesinde belirtildiği gibi, "Kaz dağlarının kuzey ve batı kesimlerinde yer alan Ezine, Bayramiç ve Ayvacık ilçelerinin doğal bitki örtüsü ve su kaynaklarıyla beslenen koyun, keçi ve ineklerden elde edilen sütlerden üretilen bir peynirdir". Ezine peynirinin sözü geçen coğrafi alanın dışında üretilmesi mümkün olmayıp, aynı durum menşe adı tescili almış tüm ürünler için geçerlidir (Kırdar, 2023).

- "Mahreç işareti" (Protected Geographical Indication, PGI): Üretimi, işlenmesi ve diğer işlemlerinden en az birinin belirlenmiş coğrafi alan sınırları içinde gerçekleştirilen ürünleri tanımlayan adlardır. Bu ürünler daha çok, bir bilgi, beceri ya da maharet ve ustalığa dayanan gıda ve el sanatları ürünleridir. Söz gelimi Mersin cezeryesi, Çorum leblebisi gibi adı geçen Cİ'nin hammaddeleri olan havuç ve nohut büyük ölçüde başka bölgelerden getirilmekte, ancak ürün ismini aldığı coğrafi alanda üretilmektedir. Çünkü bunun için gerekli uzmanlık ve ustalık buradadır. Menşe adlandırmasında ürün köken ilişkisi temel olduğu halde, mahreç işaretinde ürün köken ilişkisi zayıftır. Nitekim mahreç işareti kalite ve ününü, üretim, değişim ya da işlenmesinin gerçekleştiği bir yer ya da bölgeden alan bir ürünü tanımlar. Adı geçen işlemlerden en az birinin belirlenmiş bölgede gerçekleşmesi yeterlidir (Kırdar, 2023).

- "Geleneksel ürün adı" (Traditional Speciality Guaranteed, TSG): Menşe adı veya mahreç işareti kapsamına girmeyen, geleneksel bir üretim metodu (yapım tarifi) veya geleneksel bileşimden kaynaklanan ya da geleneksel hammadde veya malzemeden üretilmiş ürünleri tanımlayan adlardır. Örneğin İtalya'nın meşhur Napoliten pizzası tipik bir Napoli geleneğine bağlı olarak ve odun ateşinde pişirilmektedir. Burada ürünün spesifik özelliği, niteliği

sertifikalandırılmaktadır. Geleneksel ürün adı koruması bir Cİ değildir. Koruma altına alınan köken değil, gelenektir. Geleneksel'in anlamı ise ürünün pazarda uzun bir geçmişe sahip olması, kuşaklar arası geçiş gösteren bir ürün olmasıdır. Bu süre, AB ve ülkemizde 30 yıldır (Kırdar, 2023).

Cİ'lerin amacı, ürünü tanımlamak ve bu tanımda yer alan kriterlere göre üretimin gerçekleşmesini sağlamaktır. Cİ'ler ticari markalardan ayrılırlar. Bir ticari marka ticari meta olarak alınıp satılabilir, devredilebilir ve sadece sahibince kullanılabilir. Coğrafi işaretleri diğer fikri mülkiyet haklarından ayıran en önemli özellik, belirli bir süre ile kısıtlandırılmamaları ve tescil sahibine kazanılmış özel bir hak sağlamakla birlikte tescil belgesinde belirtilen koşullara uyarak üretim yapan birçok kişinin kullanımına açık olmalarıdır. Ürün, ürünün adı ve şöhreti bir tek kişiye ya da özel bir aktöre ait değildir. Tersine yerel toplum, ürün üzerinde ortak bir hakka sahip bulunmaktadır. Bu bakımdan Cİ'nin kolektif (anonim) bir mülkiyeti temsil ettikleri söylenebilir. Cİ, ancak bu koşullara uygun üretilerek elde edilen ürün üzerinde kullanılabilir (Tekelioğlu 2021).

2.Türkiye'de Cİ Genel Bir Bakış

Türkiye'de 1996-2025 yılları arasında verilen tescil sayısı 1718 olup, başvurusu devam eden tescil sayısı 705'dir. 1718 ürün % 23.3(399 adet) menşe, %76.3(1309)'u mahreç ve % 0,4 (7 adet) ise geleneksel ürün adı ile tescillenmiştir. Toplam tescil sayısında Gaziantep (107), Konya (84) ve Erzurum (60) ilk üç sırayı paylaşmaktadır. Bölgelere dikkate alındığında ise Karadeniz (299), Güneydoğu Anadolu (282) ve İç Anadolu bölgesi (270) ilk üç sırada yer almaktadırlar.

AB nezdinde tescillenen coğrafi işaretli ürün sayımız 31 adettir. Türkiye'de toplam 19 şehirde coğrafi işaret tescili almış ürün bulunuyorken, Aydın, barındırdığı 5 tescilli ürünle listenin başındadır. Bursa ve Gaziantep sahip oldukları 3 ürünle ikinci sırada yer alırken Balıkesir, Muğla, Çanakkale ve Kahramanmaraş da 2 ürünle listenin üçüncü sırasında yer almaktadır. Manisa, Osmaniye, Bingöl, Malatya, Giresun, Antakya, Kastamonu, Şanlıurfa, Ankara, Karabük, Konya ve Mersin'den de birer tane coğrafi işaret tescili almış ürün bulunuyor. AB süreci devam eden 78 coğrafi işaret ve 3 geleneksel ürün adıyla ilgili çalışmalar devam etmektedir.

3. Antalya ili Cİ tescilli ürünler

Antalya İli Türkiye'nin güneybatısında 29° 20'-32° 35' doğu boylamları ile 36° 07'-37° 29' kuzey enlemleri arasındadır. Güneyinde Akdeniz ve kuzeyinde denize paralel uzanan Toroslar ile çevrili olup, doğusunda İçel, Konya ve Karaman, kuzeyinde Isparta ve Burdur, batısında Muğla illeri ile komşudur. İlin yüzölçümü 20.815 km2 kadardır. Bu Türkiye yüzölçümünün % 2.6'sı kadarına karşılık gelir. Akdeniz Bölgesi'nin batısında bulunan Antalya ili, bölge yüzölçümünün ise %

17.6'sını oluşturur. İl, doğal ve kültürel coğrafya özellikleri bakımından büyük bir zenginliğe sahiptir. Antalya ilinin ortalama olarak %77.8'i dağlık, %10.2'si ova, %12'si ise engebelidir (Anonim, 2025).

Torosların Batı Toroslar olarak bilinen kesimi ilin büyük bir kısmını kaplar ve Antalya Körfezi'nin her iki yanında da yer alır. Körfezin batısında, güneybatı-kuzeydoğu yönünde, doğuda ise kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanır. Sahadaki önemli yükseltiler Akdağ, Susuz Dağları, Alaca Dağ, Beydağları ve Geyik Dağlarıdır. Beydağları (3085 m) ve Akdağ (3075 m) en yüksek olanlardır. Körfezin batısında yer alan Beydağları bir duvar gibi yükselir(Anonim, 2025).

Antalya tarihte üç önemli uygarlığa sahne olmuştur: Pisidya, Pamfilya ve Likya. Yöreye Makedonlar, Selevkoslar, Romalılar, Selçuklular ve Osmanlıların egemen olduğu ve bu uygarlıklara ait çeşitli izlerin bugüne kadar varlıklarını sürdürdüğü bilinmektedir (Onat, 2000).

Antik dönemde Likya ve Kilikya devletlerinin ortasında yer alan ve "Pamfilya" olarak adlandırılan Antalya bölgesi, Helenistik dönemden, Roma döneminden, Doğu Roma (Bizans) döneminden, Anadolu Selçukluları döneminden ve Osmanlı döneminden çok sayıda tarihi eserler barındıran, Türkiye'nin antik kent zengini şehirlerinden bir tanesidir (T.C. Antalya Kültür ve Turizm İl Müdürlüğü, 2010). Bölgenin mutfak kültürü Güney Ege- İç Anadolu- Batı Akdeniz üçgenindeki sınırlarda kalan Muğla, Isparta, Burdur, Konya, Karaman ve Mersin illerini içerisine alan coğrafyanın özelliklerinden izler barındırmaktadır. Bölgenin yemek kültürü genel olarak et ve sulu sebze yemeklerinden oluşmaktadır. Bunun yanı sıra bölgede yetişen tarımsal ürünler de yöresel lezzetlerin gastronomi ürünü haline gelmesinde önemli rol oynamaktadır (Duman ve Güneş 2024).

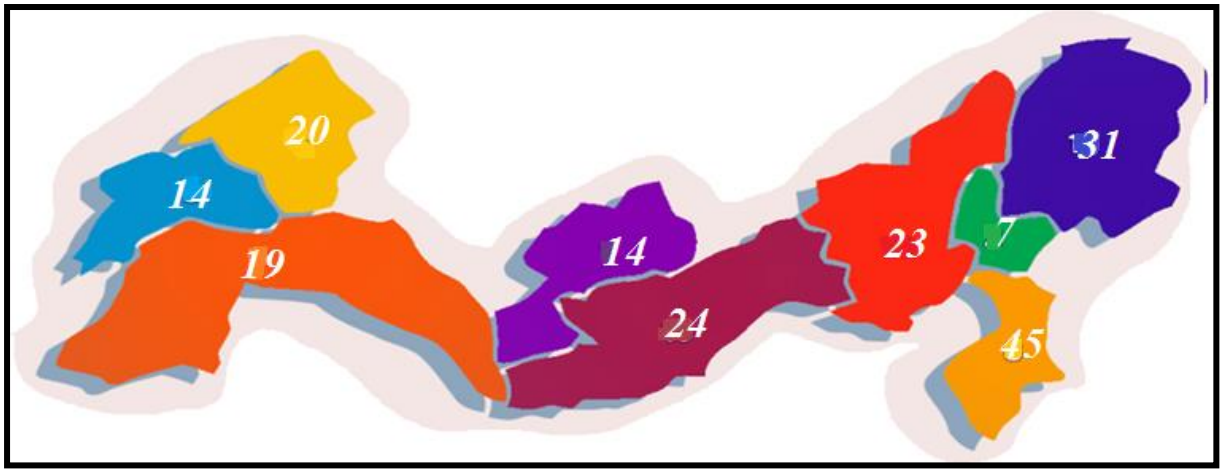
Anadolu platosunun güneyinde, Toros Dağları ile Akdeniz kıyı şeridi arasında bulunan Antalya, Yörük ile Akdeniz kültürlerinin eş zamanlı yaşandığı bir bölgededir. Bu yüzden Toroslar'ın kekik kokusuyla Akdeniz'in deniz kokusunu birleştirir. Yörük yemek alışkanlığı, Akdeniz yemek kültürü ile birleşir ve lezzete özel bir ruh verir. Mutfakların, köklü bir kültürün, coğrafyanın hazinelerinden oluştuğu düşünüldüğünde, Antalya yemekleri, sebze ve deniz ürünleriyle sağlık içerir. Bir de C vitamini deposu narenciye çeşitlerinden yapılan reçelleri, dünyaca ünlenmektedir. Antalya mutfağına Yörüklerin en önemli katkısı ise yoğurttur. Arap kültüründen de esinlenen Antalya, buradan gelen susam ve sarımsağı lezzetlerine katmıştır. Bir de Torosların kekiğini eklemek gerekli.

Toroslarda yetişen Toros Kekiği hem çay olarak tüketilir hem de kekik suyu, anti kolesterol olarak kullanılır.(Anonim,2025).

Kente 1924'te mübadele ile gelen Girit göçmenlerinin bildiği yemekler de Antalya mutfağına baskın olarak yansımıştır. Doğadan çok iyi yararlanan, ağırlıkla bitkisel beslenmeye dayanan bu mutfağa daha sonra "Akdeniz tipi beslenme tarzı" adı verilmiş ve modern tıbbın önerdiği sağlıklı beslenmenin formülü olmuştur (Anonim, 2025).

3.1. Cİ Tescilli Ürünler

Antalya ilindeki tescil sayısı 19'dur. Akdeniz bölgesinde yer alan iller içerisinde ilk üç sırada Hatay, Kahramanmaraş ve Mersin yer alırken Antalya 6.sıradadır (Şekil.1). Bu 19 ürünün %42.'i menşe adı ve %57.9'u mahreç işareti olarak tescillenmiştir (Tablo.1). Tescilli ürünlerin 4 tanesi yemekler ve çorbalar; 2 tanesi Fırıncılık ve pastacılık mamulleri hamur işleri ve tatlılar; 1 tanesi alkolsüz içecekler; 9 tanesi işlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar; 1 tanesi halı ve kilim; 1 adet diğer olarak belirtilen kategoride bulunmaktadır.

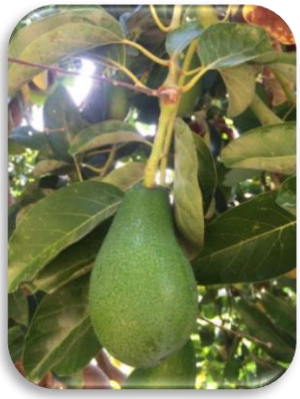


Şekil.1. Akdeniz Bölgesi Cİ tescil ürün sayısının illere göre dağılımı

Tablo.1. Antalya iline ait tescilli ürünler

Coğrafi İşaretin Adı	Tescil Tarihi	Türü	Ürün grubu	Başvuru Yapan/Tescil Ettiren
Alanya avakadosu	15.10.2018	Menşe	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	Alanya Ticaret ve Sanayi Odası
Alanya muzu	17.04.2024	Menşe	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	Alanya Ticaret ve Sanayi Odası
Alanya yenidünyası	07.08.2018	Menşe	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	Alanya Ticaret ve Sanayi Odası
Antalya kabak tatlısı	12.04.2021	Menşe	Fırıncılık ve pastacılık mamulleri, hamur işleri, tatlılar	Antalya Ticaret ve Sanayi Odası
Antalya Tavşan Yüreği Zeytini	06.09.2018	Menşe	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	Antalya Ticaret Borsası
Finike Portakalı	26.12.2008	Menşe	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	Finike İlçesi Meyve Üreticileri Tarımsal Birliği
Gazipaşa Çekirdeksiz Narı	07.08.2018	Menşe	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	Gazipaşa Belediyesi
Korkuteli Karyağdı Armudu	30.07.2018	Menşe	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	Antalya Ticaret Borsası
Manavgat Altın Susamı	06.09.2018	Menşe	Diğer ürünler	Manavgat Ticaret ve Sanayi Odası
Alanya fıstıklı limonatası	17.04.2024	Mahreç	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	Alanya Belediyesi
Alanya Gülüklü (Hülüklü) Çorba	26.09.2019	Mahreç	Yemekler ve çorbalar	Alanya Belediyesi
Alanya Keçiboynuzu / Alanya Harnub	26.02.2025	Mahreç	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	AlanyaTicaret ve Sanayi Odası
Antalya Bergamot Kabuğu Reçeli	26.02.2025	Mahreç	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	Antalya Ticaret ve Sanayi Odası
Antalya Turunç Reçeli	26.05.2021	Mahreç	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	Antalya Ticaret ve Sanayi Odası
Antalya paça çorbası	24.08.2022	Mahreç	Yemekler ve çorbalar	Muratpaşa Belediyesi
Antalya Piyazı	29.12.2017	Mahreç	Yemekler ve çorbalar	Antalya Ticaret ve Sanayi Odası
Antalya Serpme Böreği	26.04.2021	Mahreç	Fırıncılık ve pastacılık mamulleri, hamur işleri, tatlılar	Antalya Ticaret ve Sanayi Odası
Antalya Topak Kızartması	11.07.2024	Mahreç	Yemekler ve çorbalar	Kumluca Belediyesi
Antalya Turunç Reçeli	26.05.2021	Mahreç	İşlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzeler ile mantarlar	Antalya Ticaret ve Sanayi Odası
Döşemealtı El Halısı	26.05.2021	Mahreç	Halılar ve kilimler	Döşemealtı Belediyesi

Tablo 2. Antalya İli Cİ tescilli ürün görselleri



Alanya avakadosu



Alanya muzu



Alanya yenidünyası



Antalya Kabak tatlısı

Antalya Tavşan Yüreği Zeytini



Finike Portakalı



Gazipaşa Çekirdeksiz Narı



Korkuteli Karyağdı Armudu



Manavgat Altın Susamı



Alanya fıstıklı limonatası



Alanya Gülüklü (Hülüklü) Çorba



Alanya Keçiboynuzu / Alanya Harnub



Antalya Bergamot Kabuğu Reçeli



Antalya Turunç Reçeli



Antalya paça çorbası



Antalya Piyazı



Antalya Serpme Böreği



Antalya Topak Kızartması



Döşeme Halısı

3.1.1 Alanya Avokadosu

Alanya Avokadosunun cinsi Fuerte'dir. Koyu yeşil renkli, hafif pürüzlü kabuklu olup; meyve şekli armuda benzemektedir. Yeşil, sarımtırak renkli küçük çiçekleri, salkımlar halinde, ağacın çeşitlerine göre sonbahardan yaz başlarına kadar olan dönemde açar. Alanya Avokadosunda meyve eti, açık sarı-yeşilimsidir. Her meyvede, iri tek çekirdek bulunur. Yapılan çalışmalar, yörede yetiştirilen avokadoların ithal ürünlere göre morfolojik ve besinsel içerik bakımından farklılaştığını göstermiştir. Alanya ve Gazipaşa'da yetişen avokadonun yağ oranının %12,22 - 17,28 arasında değiştiği gözlemlenirken, diğer ülkelerde yetişen avokadolarda bu oranın %6,3 - 26,6 ve %3,05 - 6,70 arasında değiştiği görülmektedir. Alanya Avokadosunun ortalama meyve ağırlığı 210,97 gr, yağ oranı %16,26, kuru madde değeri ise %29,77'dir. Tolerans değerleriyle birlikte ele alındığında Alanya Avokadosunun sahip olduğu yağ oranı %15'ten az, kuru madde oranı ise %25'ten az olmamalıdır. Alanya Avokadosu yetiştiriciliği için iyi drene edilmiş, derin, organik maddece zengin, killikumlu, gevşek, reaksiyonu nötr toprak gerekmektedir.

3.1.2. Alanya Fıstıklı Limonata

Alanya Fıstıklı Limonata; limon, portakal, beyaz toz şeker ve suyun üretim metoduna uygun olarak karıştırılıp süzülmesiyle hazırlanan limonata ve taze kavrulmuş, kabukları soyulmuş, tuzsuz yer fıstığı eklenmesiyle hazırlanan alkolsüz bir içecektir. Alanya Fıstıklı Limonatanın üretiminde herhangi bir renk dengeleyici, aroma vb. kullanılmaz.

Alanya Fıstıklı Limonata için gerekli bileşenlere (4-6 kişilik) ve üretim aşamalarına aşağıda yer verilmektedir. Bileşenler: 400 g limon (4 adet orta boy limon), 220 g portakal (1 adet orta boy portakal), 145 g beyaz toz şeker, 2 litre su, 120 g kavrulmuş, kabuğu ayıklanmış tuzsuz yer fıstığından oluşmaktadır.

Bol suda yıkanmış limonların kabukları rende ile rendelenir. Bu aşamada kabukların beyaz etli kısmının rendelenmemesine dikkat edilir. Rendelenmiş limon kabuklarının üzerine toz şeker eklenir ve ovularak malzemeler karıştırılır. Kabukları rendelenmiş limonların suyu sıkılır, beyaz toz şeker ile ovulan limon kabuklarının üzerine ilave edilir. Portakalın suyu sıkılır ve karışıma ilave edilir. 2 litre su karışıma ilave edilir ve malzemeler iyice karıştırılır. Süzgeç yardımıyla süzülüp soğumaya bırakılır. Taze yer fıstıkları, uygun bir tavaya alınarak dış yüzeyleri koyu kahverengi renge gelip kabuğundan kolayca ayrılana kadar orta ateşte karıştırılarak yaklaşık 10-15 dakika kavrulur. Kavrulan yer fıstıklarının kabukları soyulur. Ebatları büyük olan yer fıstıkları ikiye ya da

üçe bölünebilir. Hazırlanan karışım soğuk olarak servis bardaklarında koyulup üzerine isteğe bağlı miktarda kavrulmuş, kabuksuz ve tuzsuz yer fıstığı ilave edilip nane yaprağı ile servisi yapılır.

3.1.3. Alanya Gülüklü (Hülüklü) Çorba

Düğün, mevlit okutma, cenaze gibi insanların bir araya toplandığı günlerde veya ev halkının önem verdiği misafirlerine özel olarak hazırladığı Alanya Gülüklü (Hülüklü) Çorba, Alanya'nın en önemli çorbalarından biridir. Geçmişte düğün yemeği olarak servis edildiği için Düğün Çorbası olarak da bilinmektedir. İçeriğinde et, kuru bakliyat, baharat ve limon olan Alanya Gülüklü (Hülüklü) Çorba günümüzde sadece özel günlerde değil, günlük yaşamda da sıkça tüketilmektedir. Alanya Gülüklü (Hülüklü) Çorba; yerel ağızda gülük ya da hülük denen küçük köfteler, nohut, işkembe veya tavuk eti, pirinç ile yapılan salçalı bir çorbadır.

3.1.4. Alanya Keçiboynuzu / Alanya Harnup

Alanya Keçiboynuzu / Alanya Harnup, Ceratonia siliqua türü ağaçtan elde edilen, kahverengi renkte, uzun, düz bir yapıda, tatlı ve hafif bir aromaya sahip meyvedir. Alanya'nın kendine özgü iklim ve toprak koşullarına mükemmel bir şekilde adapte olmuştur. Yüksek sıcaklıklar, düşük yağış miktarı ve fakir toprak yapısı, bitkinin karakteristik özelliklerini belirler.

Alanya Keçiboynuzu / Alanya Harnupun fiziksel özellikleri: Meyve ağırlığı (g) 28,8 - 41,8 Meyve boyu (ml) 191 - 218 Meyve eni (ml) 23 - 28 Et kalınlığı (ml) 7,5 - 11 Meyve kabuk rengi Koyu kahverengi Meyve iç rengi Açık kahverengi Çekirdek sayısı 13 – 15'dir.

Alanya Keçiboynuzu / Alanya Harnupun bazı kimyasal özellikleri:Kül miktarı (g/100 g) 2,41 - 2,86 Toplam sabit yağ miktarı (g/100 g) 0,12 - 0,25 Sakkaroz (%) 30,05 - 32,55 Glikoz (%) 1,96 - 2,85 Fruktoz (%) 1,79 - 2,53.

3.1.5. Alanya Muzu

Alanya Muzu; Latince tür adı Musa paradisicia L. (Musa cavendishii Lam.) olan ''Bodur Cavendish'' muz çeşidi kullanılarak üretilir. Bu çeşidin karakteristik özelliği soğuğa ve rüzgâra dayanıklı, kısa boylu (bodur) olması ve ılıman Akdeniz iklimi koşulları ile uyumlu olmasıdır. Akdeniz iklim özelliklerine sahip mikroklima iklim alanları bulunduran Alanya ilçesinde yetiştirilen Alanya Muzunun; açık alan ve örtü altı (seralarda) şeklinde yetiştiriciliği yapılır. r. Uygun şekilde yetiştirilen muz meyvelerinin renkleri; koyu yeşil renkten, açık yeşil renge dönüşmeye başlar. Parmak içleri dolgun hale gelen ve parmak köşeleri yuvarlaklaşan muz meyveleri hasat edilir. Hevenk oluşumuna göre bu süre 75-150 gün arasında değişir. Yeşil renk ve tonlarında hasadı yapılan muz meyveleri tekniğine uygun asgari teknik ve hijyenik şartlar

sağlanarak muz olgunlaştırma işlemine alınır. Olgunlaştırma sırasında meyvedeki klorofil renk pigmentleri bozunmaya başlar, meyvenin rengi sararır ve meyve eti yumuşar. Meyvenin bileşimindeki nişasta şekere dönüşür ve ürünün karakteristik aroması, şekerli lezzeti ve muz kokusu oluşmaya başlar. Bu dönüşüm yaklaşık 1 hafta kadar devam eder. Uygun hasat zamanında kesilen muzlar, 18-24ºC muhafaza koşullarında bir veya iki hafta süre içerisinde olgunlaşmasını tamamlayarak karakteristik sarı rengine kavuşur.

3.1.6. Alanya Yenidünyası

Alanya'nın mikro-klima özelliklerinde yetişen ve "Ayva Göbek" (diğer adı "Hafif Çukur Göbek") çeşidi olan Alanya Yenidünyası, erkencilik ve yüksek verim göstermesiyle Hatay ile Antalya'nın diğer yörelerinde yetiştirilen yenidünya meyvelerinden farklılık göstermektedir. Alanya Yenidünyası, Hatay'da ya da Antalya'nın diğer yörelerinde yetiştirilen yenidünyalardan, açık alanda yetiştirildiğinde 7-10 gün, örtü altında yetiştirildiğinde ise 1 ay kadar erkencilik göstermektedir. İnce kabuklu olmasıyla ve kabuk renginin sarı-turuncu, meyve et renginin ise sarı-krem olmasıyla Türkiye'de yetiştirilen diğer yenidünyalardan ayrılan Alanya Yenidünyası'nın bir diğer ayırt edici özelliği ise meyvesinin 43,26 g ortalama değer ile diğer yenidünyalardan daha ağır ve iri olmasıdır. Alanya Yenidünyası'nın meyve kabuk ve meyve et rengi bakımından sarı-turuncu renkli meyveler grubunda yer alması tüketicinin bu ürünü tercih etmesinde önemli rol oynamaktadır.

Alanya Yenidünyası, bitki yapısı gereği her dem yeşil kalan bir yapıya sahiptir. Kök sistemi, çoğunlukla 25-50 cm derinlikte yüzlek ve dağınık saçak yapıdadır, bunun yanında 1,5-2 m derinliğe kadar inebilen kuvvetli gelişen kazık kök yapısına sahiptir. Ağacı 5-6 m boyunda, düzgün gövdeli, alçaktan dallanan, sık görünümlü, yayvan ile yuvarlak arasında taç yapısına sahiptir. Yaprakları 12-40 cm uzunlukta sert ve kısa saplıdır. Alanya yenidünyası 5˚C' de 2 ay kadar kalitesini kaybetmeden muhafaza edilebilmektedir. Meyve ağırlığı 29 g veya üzeri,meyve kabuk rengi sarı-turuncu renginde ve meyvenin şekli ise eliptik olmalıdır.

3.1.7. Antalya Bergamot Kabuğu Reçeli

Antalya Bergamot Kabuğu Reçelinin üretiminde; Antalya ilinde yetiştirilen, hasat dönemi ocak-şubat ayları arası olan, soğuktan zarar görme eşiği 0 °C, ağaç habitusu dağınık ve yayvan taç, meyve kabuğu sarı, pürüzsüz, meyve ağırlığı ortalama 150-180 g, az çekirdekli, meyve eti sarı ve sulu olan, yüksek pH ve kirece toleranslı, meyve kabuğu turuncu koyu renkli ve pürüzlü, meyve ağırlığı ortalama 140-170 g olan yerli A-41 bergamot çeşidi kullanılır. Antalya Bergamot Kabuğu

Reçeli; pamuk iplere dizilerek rulo şekli verilen ve önce suda kaynatılıp daha sonra soğuk suda bekletilerek acılığı giderilen bergamot kabukları kullanılarak üretilir. Suda çözünür kuru madde miktarı 67-69 Brikstir.

Bergamotların sarı renkte olan flavedo kısımları rendelenir. Kabuklar, meyvenin büyüklüğüne göre 6-8 parçaya dilimlenerek meyve etinden ayrılır. Dilimlenen kabukların iç tarafındaki beyaz kısım (albedo), hafifçe bıçakla sıyrıldıktan sonra kabuklar, rulo haline getirilerek pamuk ipe dizilir. İpe dizilen kabuklar acılığını gidermek üzere su içinde kaynatılır. Kaynatma işleminin süresi, kabukların üzerlerine bastırıldığında dağılmayacak şekilde ayarlanır. Daha sonra bergamot kabuğu dizileri, soğuk suyla yıkanarak soğutulur ve günde 3-4 kez suyu değiştirmek suretiyle, acılığı gidene kadar 3 ila 4 gün (meyvenin olgunluk durumuna göre) oda sıcaklığında suda bekletilip suları süzülür. Bir kazanda su ve şeker kaynatılır. Şurup kaynamaya başlayınca bergamot kabuğu dizileri eklenir. Ara sıra karıştırarak kaynatma işlemine devam edilir. Reçelin kıvamı refraktometre ile ölçülür ve suda çözünür kuru madde miktarı 60 Briks olduğunda limon tuzu (sitrik asit) veya limon suyu ilave edilip kaynatmaya devam edilir. Suda çözünür kuru madde miktarı 67-69 Briks olunca kaynatma işlemine son verilerek bergamot kabuğu dizilerinin ipleri kesilir ve kavanozlara sıcak dolum yapılır. Kavanozların kapakları kapatılıp ters çevrilir. Kavanozlar soğuduktan sonra kapaklar yukarıya gelecek şekilde depoya, oradan da satışa sunulur. Reçeller güneş ışığından korunarak serin ve kuru yerde muhafaza edilmelidir. Kavanoz açılmadığı sürece raf ömrü 2 yıldır.

3.1.8. Antalya Kabak Tatlısı

Antalya Kabak Tatlısı; soyulmuş bal kabağı dilimlerinin toz şekerde bekletilip ocakta pişirildikten sonra üzerinin kuzinede ya da fırında kızartılması suretiyle üretilir. Kızartılmış bal kabaklarının üzerine çifte kavrulmuş tahin dökülür ve üzerine ceviz içi serpilerek tüketime hazır hale getirilir.

Üretimde Antalya ilinin Döşemealtı ilçesinin Camili Köyünde yetiştirilen bal kabağı kullanılır. Tatlının üzerinde kullanılan tahin ise Antalya'nın Manavgat ilçesinde üretilen susamdan elde edilir. Bal kabağı dilimlenir ve dış sert kabukları soyulur. Kabağın kabuklarını soyma işlemi önemlidir, ustalık gerektirir. Üzerindeki beyaz zar kalın bırakılırsa pişerken sertleşir, ince bırakılırsa kabak dağılır. Kullanılan kabağın her dilimi 3 eşit parçaya bölünür. Doğranan kabaklar, 600 g şekere yatırılarak 12-24 saat bekletilir. Şekere yatırma sırasında kabağa berraklık vermesi ve şekerin kristalleşmesini önlemek için üzerine yarım limonun suyu eklenir. Şekere yatırılan ve sulanan kabak yaklaşık 2-3 saat kendi suyunda ters yüz yapılarak ocakta ağır ateşte pişirilir. Pişirme sırasında oluşan köpük, tatlının tadını ve rengini bozmaması için alınır. Şekerin yoğunlaşması ve

kıvam alması, ocaktaki pişme süresinin tamamlandığını gösterir. Ocakta pişen kabaklar tepsiye alınarak, önceden 175 °C ısıtılan kuzinede ya da fırında 15- 20 dakika üstü kızarana kadar fırınlanır. Üzerine çifte kavrulmuş tahin dökülüp ceviz içi serpilerek oda sıcaklığında servis edilir.

3.1.9. Antalya Paça Çorbası

Antalya Paça Çorbası; büyükbaş hayvan kelle eti ve kemik suyu ile hazırlanan ve coğrafi sınırda "koşma" olarak adlandırılan susamsız simit ile servisi yapılan terbiyeli bir çorbadır. Çorbanın terbiyesi krema kıvamında olup kemik suyu, yumurta, safran ve buğday unu ile hazırlanır. Antalya Paça Çorbasının geçmişi 1950'li yıllara dayanır. Antalya ilinin yemek kültürü içinde önemli bir yere sahiptir. Bileşenlerinden büyükbaş hayvan kelle eti, kemik suyu ile terbiyenin ayrı ayrı hazırlanarak servis aşamasında birleştirilmesi, coğrafi sınıra özgüdür. Üretimi, özellikle terbiyenin kıvamının tutturulması bakımından ustalık becerisi gerektirir.

Büyükbaş hayvan kelle eti, kaval kemiği, su, limon tuzu ve kaya tuzu bir tencerede yaklaşık 4 saat pişirilir. Kemik suyu ayrılır, kelle etleri 1,5 saat dinlendirilip dondurulur. Çorba yapılacağı zaman donmuş kelle etleri bir miktar çözdürülür ve kuşbaşı şeklinde doğranır, kaynamış kemik suyuna eklenerek ısıtılır. Çorbanın terbiyesi için un, yumurta, tuz ve safran bir kapta çırpılarak karıştırılır. Karışıma kaynamış kemik suyu ve limon tuzu eklenir, 20-25 dakika kaynatılır. Servis tabağına önce koşma simit sonra kemik suyunda çözdürülen kelle etleri koyulur. Üzerine terbiye ve tekrar kaynamış kemik suyu eklendikten sonra Antalya Paça Çorbasının servisi yapılır.

3.1.10. Antalya Piyazı

Antalya Piyazı tarator soslu bir fasulye yemeğidir. Başka yörelerde yapılan piyaz çeşitleri salata olarak tüketilirken, Antalya ve ilçelerinde ana yemek olarak yenilmektedir. Antalya usulü piyazın ayırt edici özelliği tarator sosu kullanılmasından, üretim şeklinden, taratorun yapılışından ve kullanılan küçük taneli fasulyesinden ileri gelmektedir. Antalya hakkında yazılmış eserlerde eskiden kullanılan Çandır Fasulyesinin (Phaseolus vulgaris) yemeğe özellik kattığı belirtilmektedir. Günümüzde ise, Çandır Fasulyesi üretiminin çok kısıtlı olması nedeniyle, Çandır Fasulyesi özelliklerini taşıyan, küçük taneli, mat, damarlı Sıra tipi kuru fasulye kullanılmaktadır. Böylelikle kuru fasulye pişme sırasında dağılmamaktadır. Piyaz, ayırt edici ana lezzetini küçük taneli fasulyesinden ve kuru fasulye üzerine bolca dökülen tarator sosundan almaktadır. Tarator sosu hazırlanırken tahin, limon suyu, kaya tuzu, sarımsak ve sirke (isteğe bağlı 2-3 yemek kaşığı haşlanmış fasulye) kullanılır. Büyük çaplı üretimde oran olarak, 1 kg tahine 250 ml. sirke, 250 ml. taze sıkılmış limon suyu, 1 yemek kaşığı kaya tuzu ve 1 baş sarımsak kullanılır.

3.1.11. Antalya Serpme Böreği

Antalya Serpme Böreği Antalya ile özdeşlemiş, yörede düğünlerde, mevlit ve cenazelerde sunulan özel bir börektir. Eskiden fıtır börek olarak adlandırılan bu böreğin çıkış noktasının ramazan aylarında fitre çıkarıp dağıtma geleneği olduğu ve bölge kültüründe sadaka niyetiyle ikram olarak sunulan bir yiyecek olduğu bilinir. Antalya Serpme Böreğinin hamuru; un, tuz ve sudan oluşur. Hamur, oklava ve merdane kullanılmadan tamamıyla el işçiliğiyle kâğıt inceliğinde açılır. Antalya Serpme Böreğinin iç harcı, kıyma veya peynir olmak üzere iki çeşittir. Ancak günümüzde talebe bağlı olarak farklı iç malzemelerle üretildiği de görülmektedir. Bu şekilde üretilen börekler de Antalya Serpme Böreği olarak satılır.

Savrularak ince bir şekilde açılan hamur, mermer tezgâh üzerine kenarları çekilerek yerleştirilir. Önce alt tarafından ortaya doğru, sonra iki yan tarafından ortaya doğru katlanarak içine iç harcı konulur. Her biri 120-130 g olan ve 50-60 cm çapında açılan hamurların içine 60-80 g kıymalı harç veya 100-120 g peynirli harç ya da tercih edilen diğer harçlardan göz kararı konulur. Önce üst taraftan daha sonra alt taraftan olmak üzere karşılıklı kenarlar katlanarak hamur dikdörtgen olacak şekilde kapatılır. Hazırlanan börekler, sacdan yapılan yağlanmış tepsiye dizilerek 200-220 °C'de ısıtılmış fırında, altı üstü kızarana kadar en fazla 10 dakika pişirilir. Pişen serpme börek dilimlenerek sunuma hazır hale gelir. Peynirli böreğin üzerine isteğe göre pudra şekeri serpilebilir.

3.1.12. Antalya Tavşan yüreği zeytini

Tavşan yüreği zeytini, Oleaceae familyasının Olea europaea L. çeşidinin aşılı veya çelikten köklendirilmiş bitkisinin meyvesidir. Antalya ili sınırları içerisinde yetiştirilen tavşan yüreği zeytini yerel bir çeşit olup, genellikle yeşil sofralık zeytin olarak tüketilir. Meyvelerinin yağ kapsamı çok yüksek olmadığı için yağlık olarak değerlendirme seviyesi düşüktür. Bu nedenle çoğunlukla salamuralık olarak toplanır. Morfolojik özellikleri: Antalya Tavşan Yüreği Zeytini ağacının gelişimi kuvvetli olup orta büyüklükte, yuvarlak bir taç oluşturur. Ağacın dalları yaygın ve yoğundur, taç tepesi yüksekliği 5,5-6 metredir. Çiçek sürgünleri gri yeşil renkte, boğum araları orta uzunlukta ve orta tüylülüktedir. Yaprakları orta büyüklükte, uzun ve dar, eliptik mızraksı bir yapıya sahiptir. Yaprakların üst tarafı koyu yeşil ve parlak, alt tarafı gri-yeşil renktedir. Yaprak ayasının uzun ekseninin eğikliği konkavdır. Meyve ve çekirdek şekli oval, simetrik ve yürek şeklindedir. Meyvenin en geniş olduğu yer sapa doğrudur.

Antalya Tavşan Yüreği Zeytininin en önemli ayırt edici özelliği yüreğe benzer meyve ve çekirdek şeklidir. Halk arasında ünlenmesinin ve benzerlerine göre daha yüksek fiyattan satın alınmasının

nedeni ise yeşil sofralık zeytin olarak meyve etinin sertliği ve çekirdekten kolay ayrılmasıdır. Antalya ili sınırlarında yetişen Antalya Tavşan Yüreği Zeytini fidanlarından elde edilerek işlenir. Antalya Tavşan Yüreği Zeytininin meyve eti sert olduğu için hasat sırasında zedelenmenin diğer zeytin çeşitlerine göre daha düşük olması ve kendi kendini tozlayabilme yeteneğine sahip olması diğer ayırt edici özellikleridir. Meyve etinin sert ancak kabuğunun ince olması sofralık yeşil zeytin üretiminde kostik kullanılmadan tatlandırma yapılabilmesini sağlar. Diğer yeşil sofralık zeytin çeşitleri tatlandırma için kostik içerisinde 12-14 saat bırakılırken Antalya Tavşan Yüreği Zeytini kostiğe ihtiyaç duymaz.

3.1.13. Antalya Topak Kızartması

Antalya Topak Kızartması; kemikli keçi etinin (kol veya bacak kısmı) kuşbaşından biraz büyük şekilde doğranıp ayçiçek yağında kızartılarak içerisine soğan, çeşitli baharatlar, kabuk tarçın, domates ve biber salçası ilave edilerek üretilen Antalya iline özgü bir yemektir. Antalya ilinin konumu ve bitki örtüsünden dolayı keçi yetiştiriciliği yaygın olmasından dolayı coğrafi sınırda üretilen yemeklerde keçi eti sıklıkla kullanılmaktadır. Antalya Topak Kızartmasını diğer et yemeklerinden ayıran en önemli özelliği keçi eti kullanılması, etlerin kemikli olarak doğranması, önceden kızartılması ve pişirilmesinde kabuk tarçın kullanılmasıdır.

Kemikli bir şekilde doğranan keçi eti kızgın sıvı yağa atılıp kızartılır. Ardından ayrı bir tencerede ince ince doğranmış soğan, domates ve yeşil biber yağda kavrulup içerisine salça ve kırmızı toz biber ilave edilir. Hazırlanan karışım üzerine su eklenir. Karışımın kaynamasıyla birlikte kızartılan keçi etleri koyularak kısık ateşte 1 saat pişirilir. Pişmesine 15 dakika kala defneyaprağı veya karanfil, tane karabiber, tane yenibahar, kabuk tarçın ve tuz ilave edilerek 10 dakika daha kaynatılır ve en son arpacık soğanlar eklenerek 2 dakika daha kaynatılır. Antalya Topak Kızartmasının servisi sıcak olarak yapılır.

3.1.14. Antalya Turunç Kabuğu Reçeli

Antalya Turunç Kabuğu Reçelinin üretiminde; Antalya ilinde üretilen, hasat dönemi kasım-nisan ayları arası olan, yüksek pH ve kirece toleranslı, meyve kabuğu turuncu koyu renkli ve pürüzlü, meyve ağırlığı ortalama 140- 170 g olan yerli turunç çeşidi kullanılır. Antalya Turunç Kabuğu Reçelinin suda çözünür kuru madde miktarı 67-69 Brikstir. Turunç meyvesine özgü tipik acılık hissedilir. Turunç kabukları pamuk iplere dizilerek rulo şekli verilir.

Turunçlar yıkandıktan sonra kabukları çok derine inmeden rendelenir. Baş kısmı ve dip noktası ayrılır. Kabuklar 8-10 parçaya dilimlenerek soyulur. İçindeki suyu akıtılmadan, kabukların iç

kısmındaki lifler alınır. Kabuklar tek tek rulo şeklinde sıkıca sarılır ve pamuk ipe dizilir. Pişerken şekillerinin bozulmaması için ipe dizme aşamasında kabukların aralarında boşluk bırakılmamasına dikkat edilir. İplerin uçları sıkıca bağlanır. İpe dizilen turunç kabukları, hasat mevsimine ve meyvenin sertlik derecesine göre 10-30 dakika kadar suda haşlanır. Suyu süzülüp soğuk su ile soğuması sağlanır. Günde 2-3 kez soğuk su (15-20 °C) ile değiştirilmek suretiyle 2-4 gün oda sıcaklığında bekletilir. Haşlama sayısı, haşlama sıcaklığı, bekleme süresi mevsim ve meyvenin sertlik derecesine göre değişebilir. Ayrıca haşlama suyuna turunç kabuğunda bulunan acılığın giderilmesine yardımcı olması için tuz ya da sodyum karbonat eklenebilir. Antalya Turunç Kabuğu Reçelinde, turunç meyvesine özgü tipik acılığın bir miktar kalması, aroma açısından istenen bir durumdur. Bir tencerede şeker ve su kaynatılır. Şurup kaynamaya başlayınca turunç kabuğu dizileri eklenir. Kısık ateşte ara sıra karıştırılarak kaynatmaya devam edilir ancak kabukların parçalanmamasına dikkat edilir. Refraktometre ile ölçüm yapılarak suda çözünür kuru madde miktarı 67-69 Briks olana kadar kaynatılır. Şekerin kristalize olmaması için limon suyu veya limon tuzu eklenir. Pişirme işlemi 85 °C'de yaklaşık 30 dakika sürer. İstenen kıvam elde edildikten sonra turunç kabuklarındaki ipler çıkarılır, reçel kuru kavanozlara doldurulur ve üstü şurupla tamamlandıktan sonra kapakları kapatılır. Kavanozun içine su girmemesine ve kapakların nemli olmamasına dikkat edilir. Güneş ışığından korunarak serin ve kuru yerde muhafaza edilmelidir. Kavanoz açılmadığı sürece raf ömrü 2 yıldır.

3.1.15. Döşemealtı El Halısı

Döşemealtı El Halısı 12. yüzyıldan sonra Anadolu'ya gelip Antalya ilinin Döşemealtı ilçesine yerleşen Teke yörükleri tarafından coğrafi sınıra özgü sarma tezgâhlarda elde Türk (Gördes) düğümü ile dokunan bir halıdır. Bilinen en eski Döşemealtı El Halısı bugün Antalya Müzesinde sergilenmekte olan Halelli'dir.

Döşemealtı El Halısının atkısı ve çözgü ipi koyun yününden yapılır. Türk (Gördes) düğümünde ilmek ipliği, iki bitişik çözgü teline yani çözgü tellerinin çevresinden iki defa dolandırılarak atılır. Uçlar bu iki telin arasından çekilir. Bu düğüm çözgü ipliklerinin her ikisinden de eşit olarak dolanmasıyla oluşur. Türk düğümü kullanıldığında, geometrik ve üsluplaşmış desenler dokunurken daha iyi motif şekilleri elde edilir. Halının düğüm kalitesi cm^2 veya dm^2'deki düğüm sayısı ile ölçülür. Döşemealtı El Halısında eskiden cm^2 de 3 x 4 hatta 4 x 4'lük bir kaliteye rastlanırken bugün bu sayı 2 x 2'ye kadar düşmüş durumdadır. Döşemealtı El Halısının kenar örgüsü kilim şeklinde dokunur. Kenar örgüsü halının ilmeksiz kısmıdır. Kenar örgüsünde kullanılan ip de

yündür ve halının zemin rengindedir. Kenar örgüsünün eni 1 cm ile 1,5 cm arasında değişir. Kilim örgüsü 2 cm ile 3 cm kalınlığında dokunur. Kilim örgüsünün rengi kenar örgüsünün rengi ile aynıdır. Döşemealtı El Halısı genellikle kareye yakın seccade boyutunda dokunmakla birlikte en küçük ebadı 71x120 cm, en büyük ebadı ise 143x196 cm'dir.

3.1.16. Finike portakalı

Finike Washington Navel çeşidi portakaldır. Diğer yörelerde yetişen portakallardan ayırt edici özellikleri: Ortalama meyve ağırlığı 237,69 gr, uzunluğu 78,36 mm, genişlik 77,53 mm, kabuk kalınlığı 5,26 mm ve dilim sayısı 10,25 adettir. Çekirdek sayısı olup, kurumadde oranı %12,4'dür.Ürün AB 'den tescillidir.

3.1.17. Gazipaşa Çekirdeksiz Narı

Gazipaşa Çekirdeksiz Narı; Latince tür adı Punica Granatum L. olan Gazipaşa ilçesinde yetiştirilen narlardan doğal mutasyonlar yoluyla ortaya çıkan nardır. Gazipaşa Çekirdeksiz Narının ayırt edici özelliklerinin başında çekirdeğinin çok yumuşak olması gelir. Bu sebeple "çekirdeksiz nar" olarak bilinir ve genellikle sofralık nar olarak tüketilir. Ayrıca asitliği çok düşük olduğundan tatlıdır. Taneleri iridir ve kolay tanelenme özelliği bulunur. Dış kabuğu açık yeşil- sarı renkli ve ince kabuklu, meyve iç rengi ise pembemsi açık kırmızıdır.

3.1.18. Korkuteli Karyağdı Armudu

Korkuteli Karyağdı Armudu'nun çeşidi Pyrus Comminus türüne ait Ankara Armudu'dur. Ürünün Korkuteli Karyağdı Armudu ismiyle 1950'li yıllardan bu yana üretiminin yapıldığı ve ilçede 65 yaşın üzerinde armut ağaçların var olduğu bilinmektir. Korkuteli Karyağdı Armudu'nu Ankara Armudu çeşidinden ve diğer armut çeşitlerinden ayıran en önemli ayırt edici özelliği, çekirdek etrafındaki kumsu yapının olmamasıdır. Diğer bir ayırt edici özelliği ise, herhangi bir tozlayıcı çeşide ihtiyaç duymadan üstün verim elde edilebilmesidir. Korkuteli Karyağdı Armudu, Antalya ili Korkuteli İlçesinin üretim alanında 844 ile 1010 m rakım aralığında yetiştirilmektedir. Ürün söz konusu rakım aralığında ayırt edici özelliklerini göstermektedir.

Korkuteli Karyağdı Armudu'nun meyveleri gelişme kuvveti ve bakım koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte; orta iri, basık yuvarlak, düzgün, oturaklı, ortalama 200-250 gram ağırlığında, çapı 6-8 cm'dir. Meyve sapı orta kalın ve kısadır. Meyve kabuğu ince, yumuşak, çok az pürüzlü, mumsuz, az parlak, kabuk rengi hasat olumunda ot yeşili, hasat zamanı parlak yeşil, yeme olumundan önce koyu yeşil, yeme olumunda ise sarımtırak yeşil renktedir. Meyve eti krem renkte,

çok sulu, çok tatlı, ağızda erir, kumsuz ve güzel kokuludur. Çekirdek evi küçük, beş evcikli, çekirdekleri iri, uzunca, ucu sivri, açık kahverengidir.

3.1.19. Manavgat Altın Susamı

Manavgat Altın Susamı Pedeliaceae familyasına ait Sesamum cinsi S. İndicum türünde çift çenekli, içerdiği yağ bakımından zengin, dik büyüyen tek yıllık bir bitkidir. Muganlı-57 çeşidi susamdan üretilir. 1450'li yıllardan kalma Manavgat tımar defterlerinde kayıtlı tahinhanelerden alınan vergilerden, Manavgat'ta susam üretiminin varlığının 1450'lerden daha eskiye dayandığı anlaşılmaktadır. Osmanlı Sarayının sofraları için tahin üretmiş olan Manavgat ilçesinde susam üretimi halkın tarım faaliyetleri arasında önemli yer tutar. Susam sıcağı çok seven bir yağ bitkisi olduğundan üretimin gerçekleştiği bölgelerde aylık ısı ortalamasının 20 °C'den aşağı düşmemesi, gece ve gündüz sıcaklık farkının az olması ve tohumların çimlenmesi sırasında toprak sıcaklığının 15-20 °C ve daha fazla olması gereklidir. Kumlu-killi alüvyal topraklarda en iyi şekilde yetişir.

Manavgat Nehri Havzası ve Karpuz Çay Havzasında yapılan tarım dolayısıyla Manavgat ilçesinin alüvyal topraklara sahip olması, topraklarının organik maddece zengin, bünye olarak killi-tınlı, pH'ı nötr ya da hafif alkali, mineral maddeler bakımından yeterli ve zengin içeriğe sahip olması Manavgat Altın Susamının ayırt edici özelliklerine katkı sağlar. Ayrıca susamın yetiştiriciliğin yapıldığı mayıs-eylül aylarında ortalama sıcaklığın 20,2- 24,6 °C, gece gündüz sıcaklık farkının az ve 5, 10 ve 20 cm'deki toprak sıcaklığının 25 °C ve üzeri olması Manavgat Altın Susamına uygun yetişme şartlarını sağlar. Özellikle gece ve gündüz sıcaklık farkının az olması yüksek yağ oranının oluşmasında etkilidir. Susamda kaliteyi belirleyen toplam yağ oranı Manavgat Altın Susamında %50-62'dir. Manavgat Altın Susamı içerdiği yüksek yağ oranının yanı sıra boyutu, rengi ve aroması bakımından ulusal ve uluslararası çapta bilinirliğe sahiptir.

4. Cİ tescil Başvurusu devam eden ürünler

Antalya ili'ne ait başvurusu devam eden ürün sayısı ise 30'dur (Çizelge.3).

Çizelge. 3. Başvurusu devam eden ürünler

● Alanya S Pasta	● Antalya Toros (Alköz-Algöz Salata)
● Antalya Arap Kadayıfı	● Antalya Tulum Peynirli Ev Eriştesi
● Antalya Döşemealtı Kabağı	● Antalya Yanık Dondurmalı İrmik Helvası
● Antalya Finike Portakal Soslu Muz Tatlısı	● Antalya Yanıksı Dondurması
● Antalya Gökçesu Pilavı	● Barak Kilimi
● Antalya Hibeşi	● Demre Sivrisi
● Antalya Köz Patlıcanlı Tahinli Meze	● Kaş Margaz Üzümü
● Antalya Kırmızı Baharatlı Köy Tavuğu	● Antalya Çomak
● Antalya Lor Peynirli Biber Dolması	● Kemer Hamur Dolması
● Antalya Mercimek Dondurması	● Kemer Çiğirdik Tatlısı
● Antalya Nohutlu Hibeş	● Korkuteli Höşmerimi
● Antalya Sütlü Buğday Çorbası	● Manavgat Çivirdiği
● Alanya S Pasta	● Ormana Gılamık Dokuma
● Antalya Arap Kadayıfı	● Yelten Tarhana
● Antalya Döşemealtı Kabağı	● İbrazı Enek Pekmezi
● Antalya Finike Portakal Soslu Muz Tatlısı	● Side Narı

KAYNAKLAR

Anonim, 2025. https://antalya.ktb.gov.tr/TR-67447/geleneksel-antalya-mutfagi.html. (Erişim tarihi:16.04.2025).
Duman, A., & Güneş, S. G. (2024). Gastronomi turizmi kapsamında antalya lezzet rotası (Antalya taste route in the context of gastronomy tourism). *Journal of Tourism & Gastronomy Studies, 12*(1), 663-685.
Kırdar, S.S. (2023). Türkiye Peynir Haritası ve Coğrafi İşaret Tescilli Peynirler, *YÜciDERGİ,* 3,146-148.
Kırdar, S.S. (2024). Antik Kuyulardan Sofraya Bir Peynirin Hikayesi: Elmalı Söğle Tulum Peyniri, *YÜciDERGİ*,4,188-203.
ONAT, B. (2000). Bir Zamanlar Antalya Bir Antalya Sevdalısının Kaleminden, ME-PA A.Ş., İstanbul, 2000.
Tekelioğlu, Y. (2021). Coğrafi İşaretlerin a,b,c'si. *YÜciDERGİ,* 2:14-32
Türk Patent (2008). Finike Portakalı Cİ Tescil Belgesi(No:106).
Türk Patent (2017). Antalya Piyazı Cİ Tescil Belgesi(No: 315).
Türk Patent (2018). Alanya Avokadosu Cİ Tescil Belgesi (No: 386).
Türk Patent (2018). Alanya Yenidünyası Cİ Tescil Belgesi (No: 373).
Türk Patent (2018). Antalya Tavşan Yüreği Zeytini Cİ Tescil Belgesi (No:384).
Türk Patent (2018). Korkuteli Karyağdı Armudu Cİ Tescil Belgesi. ( ).
Türk Patent (2019). Alanya Gülüklü (Hülüklü) Çorba Cİ Tescil Belgesi (No: 459).
Türk Patent (2021. Antalya Bergamot Kabuğu Reçeli Cİ Tescil Belgesi (No:771).
Türk Patent (2021). Manavgat Altın Susamı, Cİ Tescil Belgesi (No: 709).
Türk Patent (2021). Döşemealtı El Halısı Cİ Tescil Belgesi (No: 796).
Türk Patent (2021). Antalya Serpme Böreği Cİ Tescil Belgesi (No: 736)
Türk Patent (2022). Alanya Muzu Cİ Tescil Belgesi (No: 1176).
Türk Patent (2021). Antalya Kabak Tatlısı Cİ Tescil Belgesi (No: 719).
Türk Patent (2021). Antalya Turunç Kabuğu Reçeli Cİ Tescil Belgesi (No: 772) .
Türk Patent (2022). Antalya Paça Çorbası Cİ Tescil Belgesi (No: 1200).
Türk Patent (2022). Gazipaşa Çekirdeksiz Narı Cİ Tescil Belgesi (No: 1458)
Türk Patent (2024). Alanya Fıstıklı Limonata Cİ Tescil Belgesi (No: 1572) .
Türk Patent (2024). Antalya Topak Kızartması Cİ Tescil Belgesi (No: 1613)
Türk Patent (2025). Alanya Keçiboynuzu / Alanya Harnup Cİ Tescil Belgesi (No: 1705).
Türk Patent (2025). https://ci.turkpatent.gov.tr/veri-tabani.

BAZI AĞAÇ TABANLI VERİ MADENCİLİĞİ ALGORİTMALARI KULLANILARAK *Bombyx Mori L.* BAZI KOZA ÖZELLİKLERİ KULLANILARAK SEKSOMORFOMETRİK KARAKTERİZASYONU

İrem CÖMERT
Eskisehir Osmangazi University, Institute of Science, 26040, Eskişehir, Türkiye
ORCID: 0009-0006-8840-4027
Oya ERALP İNAN
Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, 26160, Eskisehir, Türkiye
ORCID: 0000-0002-4242-8609
Yasin ALTAY
Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Biometry and Genetics Unit, 26160, Eskisehir, Türkiye
Eskisehir Osmangazi University, Agricultural Studies Practices and Research Center, 26160, Eskisehir, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4049-8301

ÖZET

Bu çalışma ipek böceklerinin kozalarından elde edilen bazı özelliklerden ağaç tabanlı veri madenciliği algoritmaları kullanılarak cinsiyet tayinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın materyali olarak 400'er erkek ve dişi japon ve çin saf hat ipek böceği yaş koza ağırlık (YKA), yaş koza gömlek ağırlık (YKGA), koza uzunluk (KU) ve koza genişlik (KG) morfometrik özellikleri kullanılmıştır. İstatistik modelde morfometrik özellikler bağımsız değişken alınırken, cinsiyet bağımlı değişken olarak alınmıştır. Veri seti %70 eğitim ve %30 test set olarak ayrılarak ağaç tabanlı veri madenciliği algoritmalarından Chi-Square Automatic Interaction Detector (CHAID), Exhaustive CHAID, Classification and Regression Tree (CART) ve Quick Unbiased, Efficient Statistical Tree (QUEST) kullanılmıştır. CHAID, Exhaustive CHAID, CART ve QUEST ağaç temelli veri madenciliği algoritmalarının cinsiyet ayırımının belirlenmesinde test set için model uyum kriterlerinden ROC eğrisi altında kalan alan (AUC±SE) sırasıyla 0,856±0,027, 0,808±0,030, 0,840±0,028 ve 0,864±0,026, Cohen's Kappa katsayıları (κ) 0,713, 0,615, 0,678 ve 0,728, Matthews korelasyon (Phi) katsayıları 0,713, 0,615, 0,680 ve 0,728 ve algoritmalarının cinsiyetleri tayin etme başarılarının sırasıyla %85,70, %80,80, %83,90 ve %86,40 olduğu tespit edilmiştir. Ağaç temelli veri madenciliği algoritmaları arasında en iyi cinsiyet ayırma performansını QUEST algoritmasının gösterdiği belirlenmiştir. Bu algoritma cinsiyet ayırmada sadece YKA ve YKGA bağımsız değişkenlerini kullanmıştır. İpek böceği erkeklerinin cinsiyet bakımından ayrımında YKGA özelliği 0,312 g'dan fazla ve YKA özelliği 1,475 g'dan küçük veya eşit olduğu durumda %95.70 cinsiyetin erkek olduğu tahmin edilmiştir. İpek böceği dişilerinin cinsiyet bakımından

ayrımında ise YKA özelliği 1,730 g veya daha az olduğu durumda cinsiyetin %80, 1,730 g'dan daha fazla ise %91.1 dişi olduğu tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, Çin ve Japon ırkı *Bombyx mori L* böceklerinin cinsiyetlerinin koza özellikleri bakımından seksomorfometrik karakterizasyonunun tüm ağaç temelli veri madenciliği algoritmaları kullanılarak belirlenebileceği ve gelecek çalışmalara ışık tutacağı ön görülmektedir.

Keywords: *Bombyx mori L.* CART, CHAID, cinsiyet, Exhaustive CHAID, koza, QUEST

* Bu çalışma sorumlu yazarın yüksek lisans tez çalışmasının bir kısmını oluşturmaktadır.

SEXOMORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF *Bombyx Mori L.* USING SOME COCOON FEATURES USING SOME TREE-BASED DATA MINING ALGORITHMS

ABSTRACT

This study aimed to determine the sex of silkworms using tree-based data mining algorithms based on some characteristics obtained from their cocoons. The study included 400 male and female Japanese and Chinese pure-line silkworms with morphometric features such as fresh cocoon weight (FCW), fresh cocoon shell weight (FCSW), cocoon length (CL) and cocoon width (CW). While morphometric features were taken as independent variables in the statistical model, sex was taken as a dependent variable. The data set was separated as 70% training and 30% test set, and tree-based data mining algorithms, Chi-Square Automatic Interaction Detector (CHAID), Exhaustive CHAID, Classification and Regression Tree (CART), and Quick Unbiased, Efficient Statistical Tree (QUEST) were used. The sex differentiation with CHAID, Exhaustive CHAID, CART and QUEST tree based data mining algorithms, determined that the area under the ROC curve (AUC±SE) from the model fit criteria for the test set were 0.856±0.027, 0.808±0.030, 0.840±0.028 and 0.864±0.026, Cohen's Kappa coefficients (κ) were 0.713, 0.615, 0.678 and 0.728, Matthews correlation (Phi) coefficients were 0.713, 0.615, 0.680 and 0.728 and the success of the algorithms in determining the sex was 85.70%, 80.80%, 83.90%, and 86.40%, respectively. It has been determined that the QUEST algorithm shows the best sex differentiation performance among tree-based data mining algorithms. This algorithm used only the independent variables FCW and FCSW. If the FCSW feature is more than 0.312 g and the FCW feature is less than or equal to 1.475 g, the sex was predicted to be male by 95.70%. If the FCW feature is 1.730 g or less, the sex was predicted to be female by 80%, and if it is more than 1.730 g, the prediction was 91.1% to be female. As a result, it was determined that the sexomorphometric characterization of the sexes of

Chinese and Japanese *Bombyx mori L*. strains in terms of cocoon characteristics can be determined using all tree-based data mining algorithms and will shed light on future studies.

Keywords: *Bombyx mori L.* CART, CHAID, sex, Exhaustive CHAID, cocoon, QUEST

1.INTRODUCTION

In 2023, the world silk production was 461,585 tons (FAO, 2023). Approximately 70% of the world's fresh cocoon production is made by China and it has a monopoly in the world. However, India is the leader in the field with 259,420.46 tons of silk production (FAO, 2023). Silk production has decreased over time due to factors such as migration from villages to cities, damage to mulberry trees caused by agricultural activities with pesticides, the fact that the majority of the rural population is elderly, and the lack of space for feeding and raising silkworms (Şahan and Kara 1996; Şahan, 2011). Around 78 tons of silk was produced in Türkiye in 2023, this production increased by 8.6% in 2024, reaching 85 tons (FAO, 2023; TÜİK, 2024).

The silkworm converts the plant protein, by feeding on mulberry leaves, into the animal fiber silk. Silk, which has been very valuable throughout history, is still considered the most valuable natural fiber today due to its softness, shine, durability and ability to retain dye well (Şahan, 2011; Bhattacharyya et al., 2016). Today, silk is not only used to obtain silk fabrics but also in many different areas such as suture, bulletproof vest manufacturing, parachute cord and cosmetics. 95% of raw silk produced in Turkey is used in carpet production, while remaining 5% is used in other sectors (Başkaya, 2013).

Although both male and female silkworms are used in the silk production process, the cocoons spun by male silkworms show superior properties compared to females in terms of fiber quality and productivity (Kamtongdee et al., 2013; Zhu et al., 2019). For this reason, fibers obtained from male individuals are economically more preferred in commercial sericulture. On the other hand, female individuals are of critical importance for the continuity of the reproductive cycle and are used for egg production. Sex determination in silkworms is especially important in hybrid breed development, breeding stock selection and controlled mating (Akbay, 1986).

Early and precise gender differentiation of silkworm cocoons is of great importance, especially in terms of increasing productivity in breeding production. In this direction, various classification approaches based on the physical and morphological characteristics of the cocoons have been developed. High accuracy success has been achieved in sex determination of silkworms with the help of support vector machines (SVM) artificial neural networks (ANN) algorithms using the

shape features of silkworms based on weight, volume and Zernike moment (Mahes et al. 2017; Joseph et al. 2019). The biggest advantage of these successful methods is that they allow prediction of sexes without the need for any chemical analysis. The tree-based data mining algorithms used in the current study allow the determination of the cut-off points of the independent variables (cocoon characteristics) used in sex differentiation.

The main purpose of this study is to determine the sex of silkworms at an early stage during the cocoon period by using a tree-based data mining algorithm by taking advantage of some cocoon features.

2.MATERIAL AND METHODS

2.1.MATERIAL

In this study, 400 randomly selected male and female fresh cocoons from Japanese (N) and Chinese (M) pure lines, which are reared in Eskişehir under the control of Bursa Cocoon Agricultural Sales Cooperatives Union (Kozabirlik), were used as material. The study was carried out in the 'Silkworm Laboratory' of Kozabirlik located in the Bursa Provincial Directorate of Agriculture Campus.

2.2.METHOD

2.2.1. Features of the cocoon

The weights of fresh cocoons and cocoon shells were determined with a scale with 0.01 precision. After the weighing, the cocoons were photographed with a 7 cm scale. The length and width measurements of the cocoons, whose images were obtained, were determined with the help of the Autodesk AutoCAD (2024) program.

2.2.2 Tree-based data mining algorithms

While the fresh cocoon weight, fresh cocoon shell weight, cocoon length and cocoon width of silkworms were taken as independent variables, the sex levels were taken as dependent variables, in the model. Chi-squared Automatic Interaction Detection (CHAID), Exhaustive Chi-squared Automatic Interaction Detection (Exhaustive CHAID), Classification and Regression Trees (CART) and Quick, Unbiased, Efficient Statistical Tree (QUEST) algorithms were used in the classification of sexes.

2.2.3. Statistical Method

For all tree-based data mining algorithms, statistical analyses were performed after dividing the data set into 70% training set and 30% test set. Analyses for CART, CHAID, Exhaustive CHAID

and QUEST algorithms, calculation of Phi coefficient and Cohen's Kappa coefficient (κ) statistics were performed by IBM SPSS statistical package program version 23 (IBM Corp. Released, 2015).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Descriptive statistics of some cocoon characteristics of different sexes for the training and test data sets of Chinese and Japanese race silkworms are given in Table 1.

Table 1. Some introductory statistics of cocoon characteristics of Chinese and Japanese silkworms.

Cocoon Features	Strain	Dataset	Sex	n	Minimum	Maximum	Mean±SE	CV (%)
FCSW	China	Test	Female	56	0,22	0,46	0,34±0,008	17,19
			Male	55	0,21	0,42	0,31±0,007	16,22
		Training	Female	145	0,18	0,50	0,34±0,004	15,67
			Male	147	0,18	0,46	0,31±0,005	17,64
	Japan	Test	Female	63	0,20	0,48	0,36±0,008	18,87
			Male	59	0,20	0,54	0,35±0,008	17,48
		Training	Female	139	0,22	0,50	0,36±0,005	16,20
			Male	142	0,17	0,49	0,34±0,005	17,33
CL	China	Test	Female	56	2,52	4,02	3,34±0,034	7,59
			Male	55	2,17	3,56	3,17±0,030	7,08
		Training	Female	145	2,35	4,00	3,34±0,020	7,20
			Male	147	2,42	3,66	3,22±0,020	7,40
	Japan	Test	Female	63	3,34	4,44	3,81±0,035	7,23
			Male	59	3,28	4,45	3,73±0,034	7,08
		Training	Female	139	3,06	4,58	3,87±0,023	6,93
			Male	142	2,42	4,36	3,70±0,024	7,86
CW	China	Test	Female	56	1,91	2,63	2,22±0,022	7,49
			Male	55	1,75	2,37	2,09±0,021	7,47
		Training	Female	145	1,73	2,87	2,20±0,013	7,05
			Male	147	1,74	2,83	2,13±0,014	7,76
	Japan	Test	Female	63	1,44	2,03	1,71±0,017	7,99
			Male	59	1,35	2,15	1,65±0,018	8,32
		Training	Female	139	1,43	2,64	1,73±0,014	9,80
			Male	142	1,36	2,05	1,65±0,011	8,23
FCW	China	Test	Female	56	0,80	2,05	1,64±0,034	15,66
			Male	55	0,94	1,79	1,32±0,025	13,78
		Training	Female	145	1,05	2,22	1,67±0,018	13,18
			Male	147	0,82	1,82	1,33±0,016	14,48
	Japan	Test	Female	63	1,13	2,38	1,71±0,034	15,79
			Male	59	1,15	2,03	1,43±0,024	13,16
		Training	Female	139	1,22	2,36	1,73±0,021	13,95
			Male	142	0,84	2,01	1,41±0,017	14,53

FCSW: Fresh Cocoon Shell Weight, **CL:** Cocoon Length, **CW:** Cocoon Width, **FCW:** Fresh Cocoon Weight
SE: Standart Error **CV:** Coefficient of Variation

In Table 1, the test set contains 56 female and 55 male Chinese race silkworms; and 63 female and 59 male Japanese silkworms. The training set contains 139 female and 142 male Japanese silkworms and 145 female and 147 male Chinese silkworms. The FCSW average of the Japanese silkworms was determined as 0.35 g in males and 0.36 g in females. The FCSW averages of Chinese breed silkworms were determined as 0.34 g in females and 0.31 g in males in the test set. While the FCSW averages were determined as 0.31 g in males and 0.34 g in females for Chinese

breed silkworms in the training set, they were determined as 0.36 g in females and 0.34 g in males for Japanese breed silkworms. The CL feature was determined as 3.34-3.34 cm in females and 3.17-3.22 cm in males for the test and training data sets in Chinese silkworms, respectively. In Japanese silkworms, it was determined as 3.73 cm in males, 3.81 cm in females, and 3.87 cm in females and 3.70 cm in males in the training set. The averages of CW trait for the test and training sets were determined as 1.71-1.73 cm for females of Japanese breed silkworms and 2.22-2.20 cm for Chinese breed silkworms, respectively. For males, CW was determined as 2.09-2.13 cm for Chinese breed silkworms in the test and training sets, respectively, while it was determined as 1.65-1.65 cm for Japanese breed silkworms. The FCW average was determined as 1.64±0.034 g in Chinese and 1.71±0.034 g in Japanese, in female silkworms in the test set, while it was determined as 1.43±0.024 g and 1.32±0.025 g in Japanese and Chinese in male pur-line silkworms, respectively. In the training set, the FCW averages of the female and male silkworms were determined as 1.67±0.018-1.33±0.016 g for Chinese and 1.73±0.021 g and 1.41±0.017 g for Japanese, respectively. The regression tree diagram of the QUEST algorithm, which is a tree-based data mining algorithm for the test data set of gender determination, is presented in Figure 1.

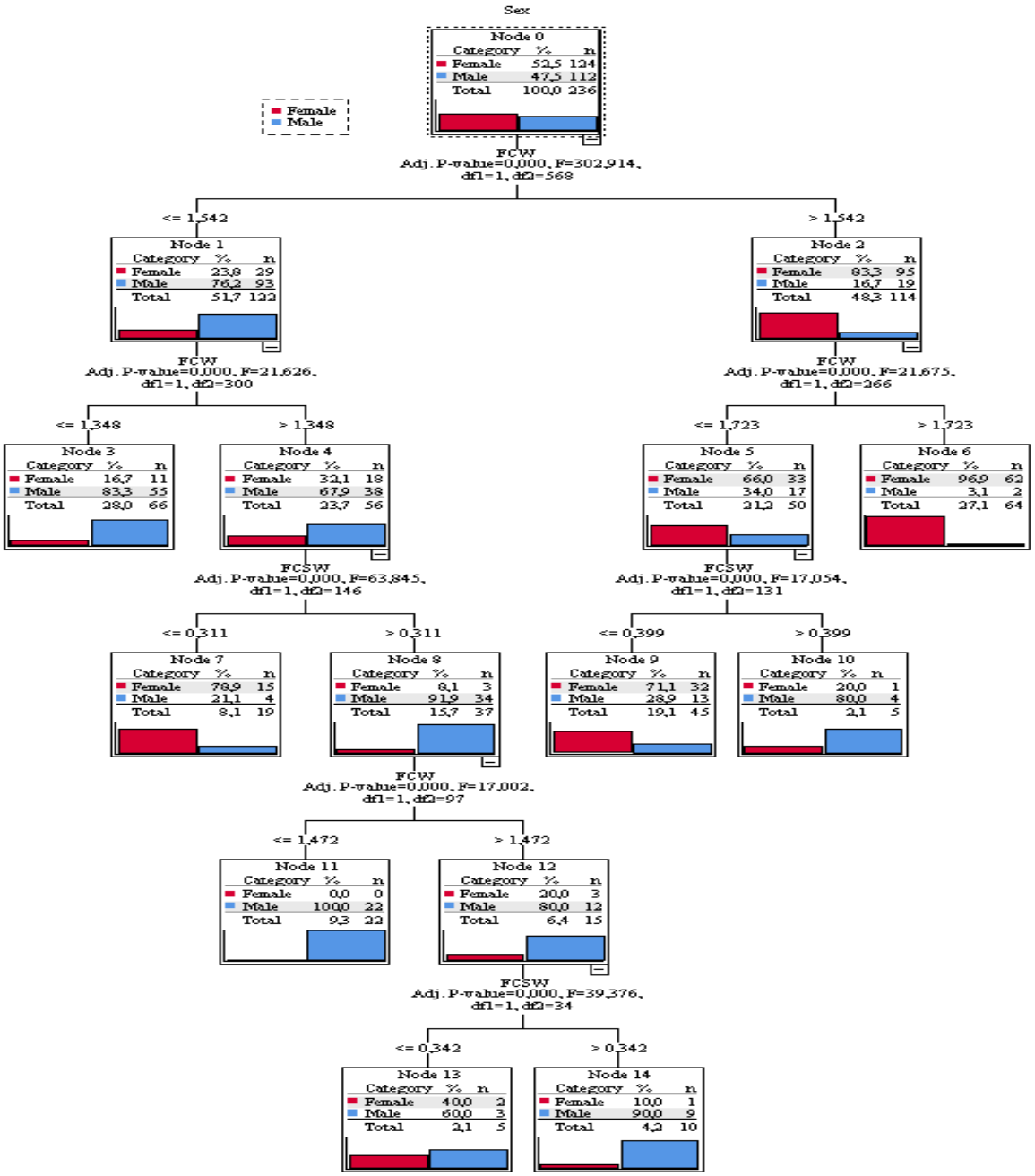


Figure 1. QUEST Regression Tree Diagram of Test Dataset for Gender Deterimination

Included silkworms in the study (total number 236), were branched into 2 subnodes in terms of FCW (Figure 4.13). 93 (76.2%) were male and 29 (23.8%) were female of 122 silkworms with FCW <= 1.542 grams in the first node. Of the 114 silkworms weighing FCW > 1.542 grams in the second node, 95 (83.3%) were female and 19 (16.7%) were male. Silkworms weighing less than

1.542 grams (1st knot) with FCW feature are divided into 3rd and 4th knots in terms of FCW. In the third node, 55 (83.3%) of 66 silkworms weighing less than FCW <= 1.348 grams were identified as male and 11 (16.7%) were identified as female. In the fourth node, 38 (67.9%) of 56 silkworms weighing more than FCW > 1.348 grams were identified as male and 18 (32.1%) were identified as female. Silkworms with FCW heavier than 1.542 grams (node 1) were branched to nodes 5 and 6 in terms of FCW trait. Of the 50 silkworms with FCW =< 1.723 grams in node 5, 33 (66%) were female and 17 (34%) were female. In the sixth node, of the 64 silkworms with FCW > 1.723 grams, 62 (96.9%) were female and 2 (3.1%) were male.

Silkworms with FCW > 1.348 grams (node 4) showed branching to nodes 7 and 8 in terms of FCSW trait. In node 7, of 19 silkworms with FCSW = < 0.311 grams, 15 (78.9%) were female, while 4 (21.1%) were male. In node 8, of 37 silkworms with FCSW > 1.348 grams, 34 (91.9%) were male, and 3 (8.1%) were female. Silkworms with FCW <= 1.723 grams (node 5) also branched to 2 subnodes in terms of FCSW trait (nodes 9 and 10). In node 9, 32 of 45 silkworms with FCSW <=0.399 grams were identified as female (71.1%) and 13 were identified as male (28.9%), while in node 10, 4 of 5 silkworms with FCSW >0.399 grams were identified as male (80%) and 1 was identified as female (20%).

Silkworms with FCSW > 0.311 grams (8th node) branched to nodes 11 and 12 in terms of FCW trait. Node 11 consisted of 22 silkworms with FCW <= 1.472 grams and all were determined as male (100%). In node 12, which consisted of silkworms with FCW > 1.472 grams, there were 15 silkworms and 12 of these silkworms (80%) were male and 3 (20%) were female.

Silkworms with FCW > 1.472 grams (node 12) were divided into two subgroups in terms of FCSW trait (nodes 13 and 14). In node 13, 3 (60%) out of 5 silkworms with FCSW <= 0.342 grams were identified as male and 2 (40%) as female. In node 14, 9 (90%) out of 10 silkworms with FCSW > 0.342 grams were identified as male and 1 (10%) as female.

The classification performance results of the test and training sets of tree-based data mining algorithms are presented in Table 2.

Table 2. Classification performance results for each test of tree-based data mining algorithms on the test and training sets.

Algorithms	Data Set	Sensitivity	Specificity	Phi Coefficient	Cohen's Kappa Coefficient (κ)	AUC±SE	Accuracy of Model (%)	Correctly Classify of Male (%)	Correctly Classify of Female (%)	P-Value
CHAID	Test	85.450	85.830	0.713	0.713	0.856±0.023	85.700	85.800	85.500	<0.001
	Eğitim	87.710	86.570	0.743	0.743	0.872±0.014	87.200	86.600	87.700	<0.001
ExCHAID	Test	82.110	79.310	0.615	0.615	0.808±0.026	89.200	91.800	86.600	<0.001
	Eğitim	85.360	86.760	0.721	0.721	0.861±0.015	88.400	93.500	83.200	<0.001
CART	Test	86.840	81.030	0.680	0.678	0.840±0.024	83.900	81.000	86.800	<0.001
	Eğitim	92.730	77.700	0.713	0.705	0.861±0.016	85.200	77.700	92.700	<0.001
QUEST	Test	87.830	85.000	0.728	0.728	0.864±0.022	86.400	85.000	87.800	<0.001
	Eğitim	89.270	77.740	0.675	0.670	0.840±0.015	83.500	77.700	89.200	<0.001

When tree based data mining algorithms were compared in terms of area under the ROC curve (AUC) for the test set, the best performance was shown by the QUEST algorithm (0.864). While the QUEST algorithm was the most successful algorithm in correctly predicting the female silkworms with 87.8%, CART (%86.8), ExCHAID (%86.6) and CHAID (%85.5) algorithms also had a performance above 80%, respectively. The QUEST algorithm also showed the best performance among tree based data mining algorithms in terms of sensitivity (%87.83), specificity (%85), Phi coefficient (0.728) and Cohen's Kappa coefficient (0.728) on the test set. The ExCHAID algorithm was found to have the lowest performance among all algorithms with sensitivity (%82.11), specificity (%79.31), Phi coefficient (0.615) and Cohen's Kappa coefficient (0.615) values for the test set. In a successful classification model, sensitivity and specificity rates are expected to be above 80% and close to each other. The results obtained within the framework of these criteria reveal that all applied tree-based data mining algorithms exhibit high performance in gender determination.

There are various methods used for sex differentiation in silkworms from cocoons. Using some mesurements (weight and shape measurents) of silkworms, the accuracy rate in sex determination was achieved between the range of 86.48% - 93.54% with the SVM algorithm and 91.30% - 100% using artificial neural network (ANN) algorithms (Mahes et al. 2017; Joseph et al. 2019). The success rates of the four tree-based data mining algorithms used in our current study in sex determination were between 85.70% and 89.20%. In terms of success in sex differentiation, tree-based data mining algorithms and SVM and ANN methods obtained similar results. The performances of the algorithms used in gender determination are quite high, and it can be said that

the small differences between them are due to the sampling widths, breeds, rearing environments and algorithms used in different studies.

CONCLUSION

The results obtained with the tree-based data mining algorithms (CHAID, Ex-CHAID, CART and QUEST) used in this study are seen to be consistent with the rates reported in the literature. While the gender determination method based on X-ray images had a negative effect on the pupae, no negative effects were detected with tree-based data mining algorithms using cocoon features. Tree-based data mining algorithms allow for high accuracy sex determining in a completely contactless manner without any physical or biological intervention to the cocoons. This shows that these methods can be used effectively for sex differentiation in silkworms.

REFERENCES

Akbay, R. (1986). Arı Ve İpekböceği Yetiştirme. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay, (956)

Başkaya, Z. (2013). Gelişimi Ve Dağılışı Bakımından Türkiye İpekböcekciliğinde Bilecik İlinin Yeri, Sorunları Ve Çözüm Önerileri. Doğu Coğrafya Dergisi, 18(30), 257-286.

Bhattacharyya, P., Jha, S., Mandal, P. Ve Ghosh, A. (2016). Yapay Diyete Dayalı İpekböceği Yetiştirme Sistemi-Bir İnceleme. Int. J. Pure App. Biosci , 4 (6), 114-122.

FAO 2023, https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL Son Erişim Tarihi: 11.04.2025

Ibm, Corp Released 2015. Ibm Spss Statistics For Windows, Version 23.0. Armonk, Ny: Ibm Corp

Joseph Raj, A. N., Sundaram, R., Mahesh, V. G., Zhuang, Z., & Simeone, A. (2019). A Multi-Sensor System For Silkworm Cocoon Gender Classification Via İmage Processing And Support Vector Machine. Sensors, 19(12), 2656.

Kamtongdee, C., Sumriddetchkajorn, S., & Sa-Ngiamsak, C. (2013). Feasibility Study Of Silkworm Pupa Sex İdentification With Pattern Matching. Computers And Electronics İn Agriculture, 95, 31-37.

Mahesh, V. G., Raj, A. N. J., & Celik, T. (2017). Silkworm Cocoon Classification Using Fusion Of Zernike Moments-Based Shape Descriptors And Physical Parameters For Quality Egg Production. International Journal Of Intelligent Systems Technologies And Applications, 16(3), 246-268.

Şahan, Ü. (2011). İpekböcekçiliği. İpekböceği Yetiştirme Ve Islahı, Koza Üretimi, Ham İpek, Yumurta Üretimi, Hastalıklar Ve Dut Yetiştirme. Dora Yayınları, 1.

Şahan, Ü., & Kara, M. (1996). Türkiye İpekböcekciliğinin Dünü, Bugünü Ve Geleceği. Hayvancılık, 96, 556-563.

Tüik 2024, Https://Data.Tuik.Gov.Tr/Bulten/Index?P=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2024-53935 Son Erişim Tarihi: 12.04.2025

Zhu, M., Hu, X., Liang, Z., Jiang, M., Xue, R., Gong, Y., ... & Gong, C. (2019). Functional Characterization Of Bmovos İn Silkworm, Bombyx Mori. Bmc Genomics, 20, 1-13.

FOTODİNAMİK TERAPİDE ASİMETRİK GALYUM YAPISININ POTANSİYEL ETKİSİ

Ketrin ZEKİ
Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Davutpaşa Kampüsü
34220 Esenler, İstanbul
ORCID: 0000-0002-9096-4684
Mevlüde CANLICA
Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Davutpaşa Kampüsü
34220 Esenler, İstanbul
ORCID: 0000-0002-5851-5651

ÖZET

Kanser vakalarının hızlı artışı, geleneksel tedavi yöntemlerinin ilerlemiş evrelerde yetersiz kalmasına ve kullanılan ilaçların ciddi yan etkilerinin hayati riskler oluşturmasına neden olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne bağlı Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'nın (IARC) 2020 verilerine göre, dünya genelinde yaklaşık 19,3 milyon yeni kanser vakası ve 10 milyon kanser kaynaklı ölüm kaydedilmiş; 2040 yılına kadar bu rakamın %47 oranında artarak 28,4 milyona ulaşması beklenmektedir. Bu öngörüler, kanser tedavisinde yenilikçi, etkili ve hedefe yönelik yöntemlerin geliştirilmesinin gerekliliğini göstermektedir. Kemoterapi, radyoterapi ve cerrahi gibi geleneksel kanser tedavi yöntemlerine alternatif bir yöntem olarak öne çıkan fotodinamik terapi (PDT), düşük maliyeti, sınırlı yan etkileri, ayakta tedaviye uygun olması, tekrarlanabilirliği ve kanser hücrelerine olan seçici etkisi ile lokal uygulanabilirliği sayesinde umut vaat eden bir tedavi yöntemidir. PDT'nin temelinde, toksik olmayan ve ışığa duyarlı bir fotosensitizerin belirli bir dalga boyundaki ışıkla aktive edilmesine dayanır. Aktivasyon sonucu ortaya çıkan serbest radikaller ve singlet oksijen, biyolojik moleküllerle etkileşime girerek kanser hücrelerini hedef alır ve hücre ölümüne yol açar. Fotosensitizer olarak kullanılan ftalosiyanin molekülleri, 18π elektron sistemine sahip makromoleküller olarak kimyasal kararlılık ve güçlü ışık absorpsiyon kapasiteleri sunmaktadır. Metalli veya metalsiz olarak sentezlenebilen bu yapılar, fotodinamik terapide etkinliklerini artırmak üzere optimize edilebilmektedir. Yapılan çalışmada, clamshell yapısına sahip galyum ftalosiyanin (CPc-Ga), iki farklı başlangıç maddesi 3'-(3,5-di-tert-bütil-1,2-fenilen)bis(oksi) diftalonitril ile 3-(4-tert-bütilfenoksi)benzen-1,2-dikarbonitril ve galyum(III) klorür kullanılarak, DBN katalizörlüğünde hekzanol içerisinde inert atmosfer altında sentezlenmiştir. Sentezlenen bileşiğin yapısı; UV-vis, FT-IR ve kütle spektroskopisi ile karakterize edilmiştir.

Daha sonra CPc-Ga'nın fotokimyasal özellikleri araştırılmış ve singlet oksijen kuantum veriminin 0,90 olduğu belirlenmiştir. Bu değer, bileşiğin fotodinamik terapide etkili bir fotosensitizer olarak kullanım potansiyelini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Clamshell, Fotodinamik terapi, Ftalosiyanin, Singlet oksijen kuantum verimi

*Bu çalışma, YTÜ BAP Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2022-5094 numaralı proje ile desteklenmiştir.

THE POTENTIAL EFFECT OF ASYMMETRIC GALLIUM STRUCTURE IN PHOTODYNAMIC THERAPY

ABSTRACT

The rapid increase in cancer cases has exposed the inadequacy of conventional treatment methods in advanced stages and highlighted the life-threatening side effects of the drugs used. According to 2020 data from the International Agency for Research on Cancer (IARC), a division of the World Health Organization, approximately 19.3 million new cancer cases and 10 million cancer-related deaths were recorded worldwide; this number is expected to increase by 47% and reach 28.4 million by 2040. These predictions demonstrate the necessity of developing innovative, effective and targeted methods in cancer treatment. Photodynamic therapy (PDT), which is considered an alternative to traditional cancer treatment methods such as chemotherapy, radiotherapy, and surgery, is a promising treatment option due to its low cost, limited side effects, suitability for outpatient treatment, repeatability, selective effect on cancer cells, and its local applicability. PDT is based on the activation of a non-toxic and light-sensitive photosensitizer with light of a specific wavelength. The activation generates free radicals and singlet oxygen, which interact with biological molecules to target cancer cells and induce cell death. Phthalocyanine molecules used as photosensitizers offer chemical stability and strong light absorption capacities as macromolecules with an 18π electron system. These structures, which can be synthesized with or without metals, can be optimized to increase their effectiveness in photodynamic therapy. In this study, gallium phthalocyanine (CPc-Ga) with clamshell structure was synthesized using two different starting materials 3'-(3,5-di-tert-butyl-1,2-phenylene)bis(oxy) dipthalonitrile and 3-(4-tert-butylphenoxy)benzene-1,2-dicarbonitrile and gallium(III) chloride under DBN catalyst in hexanol under inert atmosphere. The structure of the synthesized compound was characterized by UV-vis, FT-IR, and mass spectroscopy.

Then, the photochemical properties of CPc-Ga were investigated and the singlet oxygen quantum yield was determined to be 0.90. This value supports the potential of the compound as an effective photosensitizer in photodynamic therapy.

Keywords: Clamshell, Photodynamic therapy, Phthalocyanine, Singlet oxygen quantum yield

*This study was supported by YTU BAP Coordination Unit with project number FBA-2022-5094.

KOBALT FTALOSİYANİN KOMPLEKSİ KULLANILARAK $NABH_4$ METANOLİZİNDEN HİDROJEN ÜRETİMİ

Mesut NAMLI
Artvin Coruh University, Medical-Aromatic Plants Application and Research Centre, 08000, Artvin
ORCID: 0000-0001-9929-021X
Uğur IŞIK
Artvin Coruh University, Medical-Aromatic Plants Application and Research Centre, 08000, Artvin
ORCID: 0000-0003-1010-9563

ÖZET

Günümüzde enerji ihtiyacı hızla artmaktadır ve bu talebi karşılamak için fosil yakıtlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, fosil yakıtların çevresel kirliliğe yol açması ve tükenme riski, alternatif enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmıştır. Bu nedenle, güvenilir, temiz, sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması büyük bir önem taşımaktadır. Hidrojenin birim kütle başına kimyasal enerjisi (142 MJ kg^{-1}), diğer yakıtlarınkinden en az üç kat daha fazladır (örneğin, hidrokarbonların birim kütle başına kimyasal enerjisi sadece 47 MJ kg^{-1}'dir). Hidrojenin yanması sonucunda sadece su üretildiği için çevre açısından zararsızdır ve örneğin içten yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanılması, atmosferdeki kirliliği önemli ölçüde azaltacak bir seçenek haline getirmektedir. Bu bağlamda, hidrojen enerjisi dikkat çekici bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Kimyasal hidrürler (örneğin $NaBH_4$, $LiAlH_4$, NH_3BH_3), yüksek gravimetrik hidrojen depolama yoğunluklarına sahiptir. Bor hidrürleri (BH_4^-), metanoliz yoluyla hidrojen enerjisi üretimi için en yaygın kullanılan malzemeler arasındadır. Sodyum borhidrür ($NaBH_4$), potasyum borhidrür (KBH_4) ve lityum borhidrür ($LiBH_4$) hidrojen üretimi çalışmalarında kullanılan başlıca BH_4^- türevleridir. $NaBH_4$, ağırlıkça %10,8 oranında hidrojen içermesi nedeniyle hidrojen üretimi için en çok tercih edilen BH_4^- türevidir. Metanoliz sürecinin temel reaksiyon mekanizması, Denklem 1'de açıklanmaktadır:

$$NaBH_4 + 4CH_3OH \rightarrow NaB(H_3CO)_4 + 4H_2 \quad (1)$$

Bu süreçte, uygun katalizörlerin kullanımı hidrojen üretim hızını önemli ölçüde etkilemektedir. Son yıllarda, hidrojen üretimi için mükemmel katalizörlerin geliştirilmesine yönelik birçok çalışma yapılmış olup, bu çalışmalarda geçiş metalleri (Co, Ni, Fe) ile soy metaller (Ru, Rh, Pt) öne çıkmaktadır. Ftalosiyaninler (Pcs), serbest baz ftalosiyaninlerinden (H_2Pcs) metalli ftalosiyaninler (MPcs) elde etmek için bir metal iyonu veya metaloidin şelatlanabildiği merkezi bir boşluğa sahip

tetra-pirolik alt birimlerden oluşan makrosiklik bileşiklerdir. Yapıları, farklı pozisyonlarda R-gruplarının eklenmesiyle modifiye edilebilir. Bildiğimiz kadarıyla literatürde kobalt ftalosiyaninlerinin katalizör olarak kullanımıyla ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ftalosiyanin, Hidrojen Üretimi, Metanoliz, Sodyum Borhidrür

HYDROGEN GENERATION FROM $NABH_4$ METHANOLYSIS USING COBALT PHTHALOCYANINE COMPLEX

ABSTRACT

Today, energy demand is increasing rapidly and fossil fuels are widely used to meet this demand. However, the environmental pollution caused by fossil fuels and the risk of depletion have increased the interest in alternative energy sources. Therefore, the search for reliable, clean, sustainable and renewable energy sources is of great importance. The chemical energy per unit mass of hydrogen (142 MJ kg^{-1}) is at least three times higher than that of other fuels (for example, the chemical energy per unit mass of hydrocarbons is only 47 MJ kg^{-1}) Since only water is produced as a result of the combustion of hydrogen, it is environmentally benign, making its use as a fuel, for example in internal combustion engines, an option that would significantly reduce atmospheric pollution. In this context, hydrogen energy stands out as an attractive alternative. Chemical hydrides (e.g. $NaBH_4$, $LiAlH_4$, NH_3BH_3) have high gravimetric hydrogen storage densities. Boron hydrides (BH_4^-) are among the most widely used materials for hydrogen energy production through methanolysis. Sodium borohydride ($NaBH_4$), potassium borohydride (KBH_4) and lithium borohydride ($LiBH_4$) are the main BH_4- derivatives used in hydrogen production studies. $NaBH_4$ is the most preferred BH_4^- derivative for hydrogen production as it contains 10.8 wt% hydrogen. The basic reaction mechanism of the methanolysis process is described in Equation 1:

$$NaBH_4 + 4CH_3OH \rightarrow NaB(H_3CO)_4 + 4H_2 \quad (1)$$

In this process, the use of appropriate catalysts significantly affects the rate of hydrogen production. In recent years, many studies have been carried out to develop excellent catalysts for hydrogen production, and transition metals (Co, Ni, Fe) and noble metals (Ru, Rh, Pt) are prominent in these studies. Phthalocyanines (Pcs) are macrocyclic compounds consisting of tetra-pyrrolic subunits with a central cavity through which a metal ion or metalloid can be chelated to obtain metallated phthalocyanines (MPcs) from free base phthalocyanines (H_2Pcs). Their structure can be modified

by the addition of R-groups at different positions. To the best of our knowledge, there are no studies in the literature on the use of cobalt phthalocyanines as catalysts.

Keywords: Phthalocyanine, Hydrogen Production, Methanolysis, Sodium Borhydride

1. GİRİŞ

Enerji üretimi, ülkelerin sanayileşme süreçlerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Günümüzde dünya genelindeki enerji ihtiyacının yaklaşık %80'i, hidrokarbon temelli ve birincil enerji kaynakları olarak tanımlanan fosil yakıtlarla karşılanmaktadır. Günlük yaşamda ve üretim faaliyetlerinde yaygın biçimde kullanılan kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar, yenilenemez kaynaklar arasında yer almaktadır. Bu tür kaynakların yoğun biçimde kullanılması; sera etkisinin artması, ozon tabakasında incelme ve asit yağmurları gibi çevresel felaketleri de beraberinde getirmektedir. Ayrıca bu kaynakların sınırlı oluşu, yakın gelecekte tükenme riskini de ortaya koymaktadır. Bu nedenle hem çevreye zarar vermeyen hem de sürdürülebilir bir yapıya sahip olan alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Güneş, rüzgâr, su, jeotermal, dalga, gelgit, okyanus, termal enerji sistemleri ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtların yerine geçebilecek en güçlü adaylar arasında gösterilmektedir. Bu doğrultuda, bilimsel araştırmaların odağı daha çevreci enerji kaynaklarına yönelmiş ve bu alandaki akademik literatür her geçen gün genişlemeye başlamıştır (Kiren 2022). Fosil yakıtların yerini alabilecek alternatif enerji kaynakları arasında hidrojen, son yıllarda giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Özellikle 21. yüzyılın ortalarına doğru hidrojenin öne çıkan enerji taşıyıcılarından biri olacağı öngörülmektedir (Neli, 2022). Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen hidrojen temelli bir enerji sistemi, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması, enerji alanında dışa bağımlılığın azaltılması ve ekonomik kalkınmasın desteklenmesi gibi pek çok olumlu etki yaratma potansiyeline sahiptir. Bu sistem aracılığıyla enerji maliyetlerinin düşmesi, daha sağlıklı toplumların inşa edilmesi, çevre ve sağlık alanlarında olumlu dönüşümlerin yaşanması ve yerel istihdam olanaklarının artması beklenmektedir. Hidrojen enerjisi, karbon emisyonlarını azaltma hedefi doğrultusunda atılan en etkili adımlardan biri olarak değerlendirilmektedir. Nitekim yalnızca 1 kilogram yenilenebilir hidrojen üretimiyle, yaklaşık 3 kilogram fosil yakıtın yol açacağı sera gazı salımından kaçınmak mümkündür. Bu özellik, hidrojenin gelecekteki enerji arzı senaryolarında stratejik bir konumda yer almasını sağlamaktadır. Özellikle son zamanlarda hidrojenin elektrik üretiminde kullanımı, gelişmiş depolama teknolojileri üzerine yapılan çalışmalar ve bu alana yönelik yatırımlar giderek artmaktadır.

Sıfır karbon salımı hedefi doğrultusunda yeşil hidrojenin, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacak etkili araçlardan biri olması beklenmektedir. Doğada bol miktarda bulunan su gibi kaynaklardan üretildiğinde, hidrojen yenilenebilir bir nitelik kazanmakta ve çevre dostu bir enerji alternatifi olarak öne çıkmaktadır (İder, 2003).

1.1.Hidrojenin Tarihçesi

Hidrojen, köklü bir geçmişe sahip olan ve bilimsel araştırmalarda erken dönemlerden itibaren dikkat çeken bir elementtir. 16. yüzyılın başlarında İsviçreli bilim insanı Paracelsus, sülfürik asit ile demirin tepkimesi sonucunda bir gaz oluştuğunu gözlemlemiştir. 17. yüzyılda yine İsviçre'den Myelin, bu gazın yanıcı özellik taşıdığını belirtmiştir. 1761 yılında Robert Boyle, demir talaşı ile seyreltik asitlerin reaksiyonu sonucunda hidrojen gazı elde etmiştir. 1776 yılında ise İngiliz kimyager Henry Cavendish, çinko ile sülfürik asit karışımından çıkan yanıcı gazı gözlemlemiş ve bu gazı farklı bir madde olarak tanımlamıştır. Bu çalışmasını Londra Kraliyet Cemiyeti'ne sunduğu makalede açıkladığı için hidrojenin kaşifi olarak kabul edilmiştir. 1783 yılında Antoine Lavoisier, hidrojenin havada yanması sonucu su oluştuğunu gözlemlemiş; bu özelliğinden yola çıkarak Yunanca'da "su" anlamına gelen *hydro* ve "oluşmak" anlamına gelen *genes* kelimelerini birleştirerek bu elemente "hidrojen" adını vermiştir.

Hidrojen, evrende en yaygın bulunan, en hafif ve en basit elementlerden biridir. Hidrojenin bir yakıt olarak kullanılmasına ilişkin fikir ilk kez 1820'li yıllarda gündeme gelmiş olsa da, bu düşüncenin somut uygulamaya dönüşmesi 1970'leri bulmuştur. Söz konusu dönemde hidrojen, öncelikle roket yakıtı olarak değerlendirmiş, zaman içerisinde hidrojenle çalışan çeşitli motorlar geliştirilmiş ve bu motorlar otomobil, otobüs gibi ulaşım araçlarında kullanılmaya başlanmıştır. Bu araçlarda hidrojen; sıvı formda ya da metalik hibrit teknolojisiyle aracılığıyla depolanarak yakıt olarak kullanılmaktadır.

1974 yılında Miami Üniversitesi tarafından düzenlenen "Hidrojen Ekonomisi Miami Enerji Konferansı (THEME)", hidrojenin enerji alanındaki potansiyelini vurgulayan önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bu tür konferansların artması, hidrojen enerjisi alanındaki çalışmalara büyük bir ivme kazandırmıştır. Aynı konferans sırasında Uluslararası Hidrojen Enerji Birliği (IHEA) kurulmuş ve bu oluşum, dünya genelinde benzer nitelikteki birçok hidrojen enerji organizasyonların hayata geçmesine öncülük etmiştir (Rusman & Dahari, 2016).

1.2.Hidrojen Enerjisi

Hidrojen, evrende en yaygın bulunan element olup, tüm atomların %90'ından fazlasını oluşturduğu bilinmektedir. Bu yaygınlığı ve doğadaki kanıtlanmış varlığı, hidrojenin geleceğin enerji sistemlerinde çevre dostu ve maliyet açısından verimli bir enerji taşıyıcısı olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Molekül ağırlığı yalnızca 2,016 g/mol olan hidrojen, bilinen tüm yakıtlar arasında en yüksek enerji içeriğine sahip en hafif elementtir.

Hidrojenin sürdürülebilir, toksik olmayan bir yapıya sahiptir ve petrol, doğal gaz veya kömür gibi fosil yakıtların aksine, enerji dönüşüm süreçlerinde tek yan ürün olarak su açığa çıkar; bu da onu çevreyle son derece uyumlu bir enerji taşıyıcısı yapar. Hidrojen; hidroelektrik, rüzgar, güneş, dalga, biyokütle ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilebildiği gibi, kömür, doğal gaz ve nükleer enerji gibi yenilenemeyen kaynaklardan da elde edilebilmektedir. Depolanabilir özelliği sayesinde hidrojen, ulaşımda kullanılabildiği gibi, yakıt hücreli enerji sistemlerinde, içten yanmalı motorlarda ve türbinlerde de enerji üretiminde etkin şekilde değerlendirilmektedir (Prachi, R Prabhukhot, 2016; Rand, 2011;). Ayrıca, hidrojen son derece yüksek bir enerji depolama kapasitesine sahiptir. Yapılan hesaplamalar, 1 kilogram hidrojenin yaklaşık 120 MJ (33,33 kWh) enerji içerdiğini ve bu değerin birçok geleneksel yakıta kıyasla enerji içeriğinin iki katından fazla olduğunu ortaya koymuştur (Becherif ve ark., 2015; Pudukudy ve ark., 2014). Hidrojenin diğer alternatif yakıtlarla karşılaştırmalı enerji değerleri, Abe ve ark. (2019) çalışmasında sunulan Tablo 1'de detaylı biçimde gösterilmiştir.

Tablo 1. Yakıtların seçilmiş bazı enerji içeriklerinin karşılaştırılması

Yakıt	**Enerji İçerikleri (MJ/Kg)**	
	Düşük Isıtma Değeri	**Yüksek Isıtma Değeri**
Gaz Hidrojen	119,96	141,88
Sıvı Hidrojen	120,04	141,77
Doğal Gaz	47,13	52,21
Sıvılaştırılmış Doğal Gaz	48,62	55,19
Durgun Gaz	46,89	50,94
Ham Petrol	42,68	45,53
Metanol	20,09	22,88
Etanol	26,95	29,84
Kok Kömürü	28,60	29,86

Sıvılaştırılmış Petrol Gazı	46,60	50,14
Geleneksel Benzin	43,44	46,52
Düşük Kükürtlü Benzin	42,35	45,42
Geleneksel Dizel	42,78	45,76
Düşük Kükürtlü Dizel	42,60	45,56
Kömür (Islak Bazda)	22,73	23,96
Bitümlü Kömür (Islak Bazda)	26,12	27,23

1.3.Hidrojen Depolama

Hidrojenin depolanması, onlarca yıldır dünyanın teknoloji açısından gelişmiş ülkelerinde yoğun olarak araştırılan bir konu olmuştur. Bu ilginin temel nedeni, hidrojenin artan küresel enerji ihtiyacını karşılamada ve iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynayabileceğine duyulan inançtır (Jia ve ark., 2015; Y. H. Zhang ve ark., 2015). Ayrıca hidrojenin etkin bir şekilde depolanması, gelecekteki sürdürülebilir hidrojen ekonomisinin gelişimi açısından kritik bir teknolojik adımdır (Ruse ve ark., 2018). Hidrojen ekonomisinin başarılı olabilmesi için hem taşınabilir (mobil) hem de sabit depolama sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle mobil depolama uygulamalarının, hidrojenin gelecekte daha yaygın kullanımından ön plana olacağı öngörülmektedir.

1.4.Metal Hidritler

Metal hidrürler, hidrojenin depolanmasında öne çıkan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde hidrojen, metal ya da alaşımlarla kimyasal bağ kurarak katı formda bir enerji depolama malzemesi oluşturur. Süreç boyunca hidrojen atomları metal yüzeyinde ayrışır, ardından metalik kafes yapısı içinde hareket eder ve düzenli bir hidrojen alt kafesi meydana getirir. Oluşan bu yapılar, metalin Fermi yüzeyinde yer alan elektronik durumlara bağlı olarak hidrojen atomlarının iletim bandına geçişini kolaylaştırabilir. Örneğin, protonlar metal kafes içerisinde, elektronlarla olan elektrostatik etkileşimler sayesinde yer değiştirebilir (Sarmah ve ark., 2023).

Farklı metal-hidrojen bağlanma biçimleri sonucunda çeşitli türlerde metal hidrür bileşikleri oluşmaktadır. Örneğin; sodyum (Na), magnezyum (Mg), lityum (Li) ve kalsiyum (Ca) gibi metaller sırasıyla NaH, MgH_2, LiH ve CaH_2 gibi iyonik hidrür bileşikleri meydana getirmektedir (Meduri & Nandanavanam, 2023). Bu bileşiklerin ortak özelliği, metal ile hidrojen atomları arasında güçlü elektrostatik bağların bulunmasıdır. Söz konusu bağlar, bu yapılara yüksek kararlılık ve

dayanıklılık kazandırır. Ancak, bu yapıların sahip olduğu yüksek kristal kafes enerjileri, hidrojenin serbest bırakılmasını (desorpsiyon) zorlaştırabilmektedir. Bu durum, özellikle hızlı hidrojen salımı gerektiren uygulamalarda bazı dezavantajlara neden olabilir (Öner, 2023).

1.4.1.Sodyum Bor Hidrür ($NaBH_4$)

Bor elementi, kendine özgü kimyasal özellikleri sayesinde modern dünyanın sürdürülebilirlik ve teknolojik gereksinimlerine yanıt verme konusunda kritik bir öneme sahiptir. Aynı zamanda, gelecekteki teknolojik ilerlemelerde de önemli bir rol üstleneceği öngörülmektedir (Bolaños ve ark., 2004). Bor bileşikleri, sanayi, teknoloji ve bilimsel araştırmalar gibi pek çok alanda geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu bileşikler, borun diğer elementlerle yaptığı kimyasal bağlar sonucunda oluşmaktadır (Fangaj, 2021).

Borun; karbon, hidrojen, oksijen, azot gibi elementlerle farklı moleküler yapılar oluşturabilme yeteneği, oldukça çeşitli bor bileşiklerinin ortaya çıkmasına imkân tanımaktadır. Bu bileşiklerin büyük bir kısmı "boratlar" olarak adlandırılmakta olup, bor aynı zamanda periyodik tablonun V. grubunda yer alan diğer elementlerle de bileşikler oluşturabilmektedir (Wu ve Wang, 2018).

Bor bileşiklerinin geleceği, özellikle yeşil teknoloji ve malzeme bilimi gibi alanlarda, enerji depolama sistemleri ve güneş paneli üretimi gibi uygulamalarda umut verici bir şekilde şekillenmektedir. Nanoteknoloji ve metalurji disiplinlerdeki ilerlemeler, bor bileşiklerinin daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasına olanak tanımaktadır. Borun hidrojen ile oluşturduğu bor hidrür bileşikleri, özellikle hidrojen depolama teknolojilerinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu bileşikler, hidrojen taşıyıcıları olarak kullanıldığında, hidrojen moleküllerini emerek depolar ve belirli koşullar altında bu hidrojeni serbest bırakabilirler. Aynı zamanda hidrojen yakıt hücrelerinde de kullanılabilen bu bileşikler, hidrojen enerjisini elektrik enerjisine dönüştürebilme kapasitesine sahiptir. Bu özellikleri sayesinde bor hidrürler hem temiz enerji üretimi hem de enerji depolama teknolojileri açısından büyük bir potansiyel taşımaktadır (Görgülü ve Arslan, 2003).

Sodyum bor hidrür ($NaBH_4$) bileşiği, sodyum (Na), bor (B) ve hidrojen (H) elementlerinin birleşiminden oluşur. Bu bileşik, özellikle hidrojenin depolanması ve taşınması alanlarında büyük ilgi görmektedir. Kendine özgü hidrojen emme ve depolama mekanizması sayesinde, hidrojen depolama teknolojileri açısından devrim niteliğinde bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Öksüz, 2007).

$NaBH_4$'ten hidrojen üretimi şu şekilde gerçekleşir:

$$NaBH_4 + 2H_2O \rightarrow 4H_2 + NaBO_2 \quad (1)$$

$NaBH_4 + 4CH_3OH \rightarrow NaB(OCH_3)_4 + 4H_2$ (2)

Denklem (1), $NaBH_4$'ün hidroliz yöntemiyle hidrojen üretim reaksiyonunu, Denklem (2) ise $NaBH_4$'ün metanoliz yöntemiyle hidrojen üretim reaksiyonunu açıklamaktadır.

1.5.Katalizörler

Kimya alanında sürdürülebilirliğin temelinde yer alan en önemli kavramlardan biri katalizdir. Katalizör, kimyasal reaksiyonları hızlandıran, ancak reaksiyon sürecinde kendisi tüketilmeyen bir maddedir. Yüzeysel olarak bakıldığında katalizör yalnızca "reaksiyonu hızlandırıyor" gibi gözükse de, gerçekte katalizör, reaksiyonun daha düşük aktivasyon enerjisine sahip alternatif bir yol üzerinden ilerlemesini sağlar. Genel bir tanımla katalizör; süreç sonunda değişmeden kalan ve bir reaksiyonun daha hızlı gerçekleşmesini sağlayan kimyasal bir maddedir. Katalizör, proseste tükenmediği için her bir katalizör molekülü birçok ardışık döngüye katılabilir, bu da az miktarda katalizör ile işlem yapılmasını sağlar. Birçok farklı katalizör türü bulunmaktadır; bunlar arasında proton, H^+, Lewis asitleri, organometalik kompleksler, organik ve inorganik polimerler ile enzimler yer alır. Kataliz, genellikle iki ana kategoriye ayrılmaktadır: homojen kataliz ve heterojen kataliz. Bu iki kategoride katalizörlerin fiziksel durumu ve süreç koşulları farklılık gösterse de, temel kataliz prensipleri ortaktır (Akdim, Demirci, & Miele, 2009).

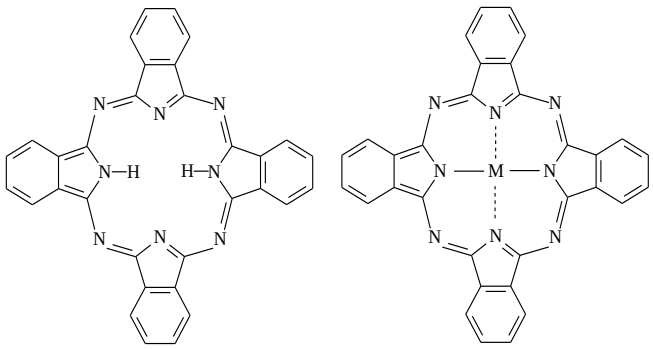
1.6.Ftalosiyaninler

1907 yılının başlarında, metalsiz ftalosiyaninler, Von Braun tarafından tesadüfen sentezlenmiştir (P. Gregory, 1999; R. B. Short, 2011). Metalloftalosiyaninler ise 1927 yılında, Diesbach tarafından mavi renkli bir bileşik olarak bakır türevli ftalosiyanin şeklinde sentezlenmiştir. 1928'de Dandridge, Drescher, Dunworth ve Thomas adında dört kimyacı, ftalik anhidritten düzenli olarak suda çözünmeyen ftalimid türevli demir ftalosiyanini sentezleyerek bu bileşiği literatürde ilk kez tanımlamıştır.

Ftalosiyaninlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Özellikle 1930 ile 1950 yılları arasında, bu bileşiklerin X-ışını spektrumu, indirgenme-yükseltgenme davranışları ve absorbsiyon spektrumları gibi çeşitli analizlerle karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bu dönemde katalitik ve manyetik özellikleri de keşfedilmiştir (K. R. K. Hokoku, 2003; H. Hamidi, vd., 2016)

Ftalosiyanin ismi, 1934 yılında Linstead tarafından "nafta" (madeni yağ) ve "siyanin" (koyu mavi) kelimelerinin birleşiminden türetilmiş ve makrosiklik bir bileşik olarak tanımlanmıştır (Linstead

vd., 1934). Ftalosiyaninler, şekil 1'de görüldüğü üzere $C_{32}H_{18}N_8$ moleküler formülüne sahip kapalı bir yapıya sahip olup, dört polifirin halkasının bir araya gelmesiyle oluşur (F.H. Moser, vd., 1983). Bu bileşikler düzlemsel ve makro-heterosiklik yapılar olarak tanımlanır. Hückel kuralına göre (4n+2) elektron sisteminde n=10 alındığında, merkezinde metal iyonu bulunan ftalosiyanin yapısının 42 π-elektron içerdiği gösterilmektedir. Ftalosiyaninlerin bu denli yaygın bir şekilde kullanılmasının nedeni, sahip oldukları olağanüstü yapısal özelliklerdir (B. Yuan, 2022; D. Wöhrle, 2012; A. B. P. Lever, 1965).

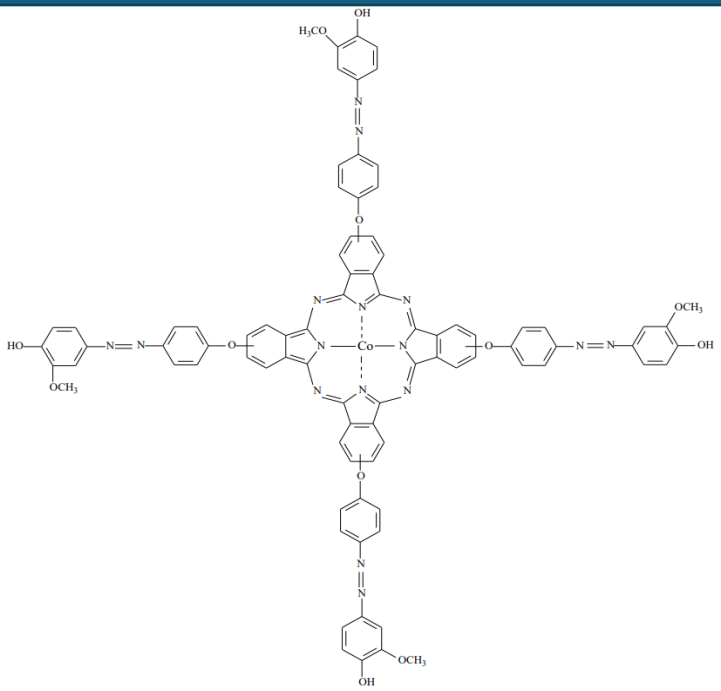


Şekil 1. Hidrojen ve metal Pc'lerin genel yapısı. (H: Hidrojen, M: Metal)

2.MATERYAL VE METOD

2.1.Materyal

Katalizör hazırlama ve metanoliz için kullanılan kimyasallar arasında metanol (CH_3OH), guaiacol, sodyum borhidrür ($NaBH_4$), kobalt klorür ($CoCI_2$), dimetil sülfoksit (DMSO), 1,8-diazabisiklo[5.4.0]undec-7-ene (DBU) yer almakta olup analitik saflıkta olan kimyasallar Sigma-Aldrich ve İsoLab gibi tedarikçilerden temin edilmiştir. Katalitik proseslerde kullanılan metanol, metalik magnezyum ile 24 saat boyunca refluks edilmiş ve daha sonra kullanılmak üzere kuru bir kapta inert bir ortamda saklanmıştır. Katalizör olarak kullanılan guaiacol içeren kobalt ftalosiyanin (CoPc) bileşiği literatürde yer alan yönteme uygun olarak sentezlenmiştir (Kantar vd., 2018). Yapılan çalışmalar Artvin Çoruh Üniversitesi Tıbbi-Aromatik Bitkiler Uygulama ve Araştırma Merkezinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Katalizör olarak kullanılan kobalt ftalosiyanin (CoPc) bileşiği

Cihaz Adı	**Cihaz Markası**
Su Banyosu	: Nüve BM/402
Hassas Terazi	: Ohaus EX 224
Etüv	: Memmert 30/160
FT-IR	: Perkin Elmer
UV-Vis	: Agilent Carry 3500
Santrifüj Cihazı	: Hermle / Z-36 HK

2.2.Yöntem

2.2.1.Hidrojen Üretimi

Katalizör olarak CoPc kullanılarak, metanol çözücü ortamında $NaBH_4$'ün dehidrojenasyon reaksiyonları, su yer değiştirme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 125 mg $NaBH_4$ ve CoPc katalizörü (10 ve 20 mg) 50 mL'lik bir reaksiyon balonuna eklendi. Reaksiyonlar sabit 30 °C sıcaklıkta gerçekleştirildi.

Metanol çözücü sistemi için, reaksiyon balonuna bir şırınga yardımıyla 10 mL metanol ilave edilmiştir. Alkoliz sürecinde oluşan hidrojen gazının hacmi, reaksiyon sırasında yer değiştiren su miktarı ölçülerek belirlendi. Hidrojen üretim hızı (HGR) değerleri, zamana karşı elde edilen

hidrojen hacmi grafiklerinin eğiminden hesaplanmıştır. Hidrojen üretim deneylerinin yapıldığı düzenek Şekil 4'de verilmiştir.

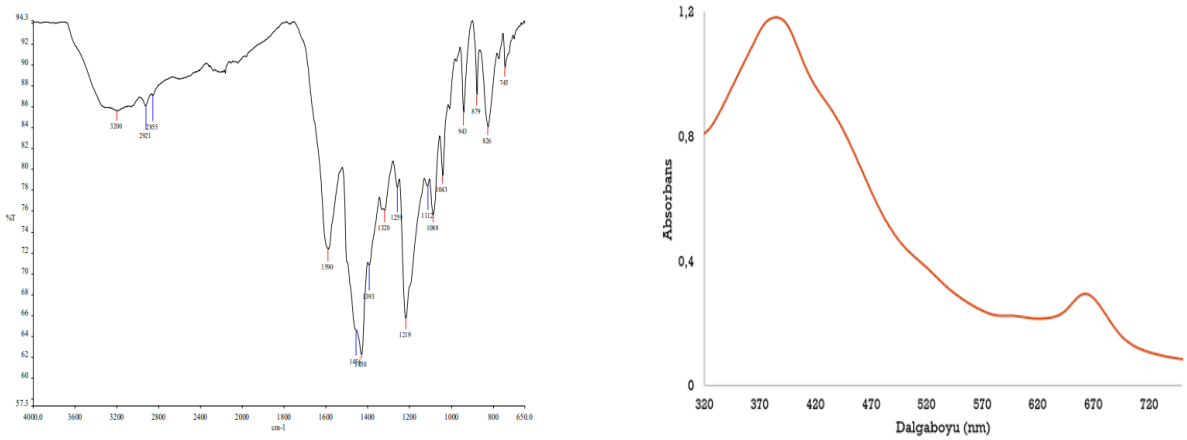


Şekil 4. Hidrojen üretim deneylerinin yapıldığı düzenek

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1.Sentez ve Karakterizasyon

CoPc'nin FT-IR spektrumu incelendiğinde, ftalonitril bileşiklerinde karakteristik olarak gözlemlenen yaklaşık 2235 cm-¹'deki keskin -CN gerilme pikinin kaybolması yapının oluştuğunu göstermektedir (Şekil 5 (a)). Ftalosiyanin bileşikleri tipik olarak iki belirgin UV-Vis absorpsiyon piki verirler: biri 200-350 nm civarında ultraviyole bölgede B bandı ve diğeri 600-700 nm arasında görünür bölgede Q bandıdır. Q bandı, ftalosiyanin halkasının en yüksek dolu moleküler orbitalinden (HOMO) en düşük boş moleküler orbitaline (LUMO) $\pi \rightarrow \pi^*$ geçişlerine atfedilir. B bandı, daha derin π orbitallerinden LUMO'ya olan geçişlerden kaynaklanır (Namlı ve ark., 2024). Yapılan UV-Vis analizlerinde, DMSO içinde çözünen kobalt ftalosiyanin, 383 nm'de bir B bandı ve 607 ile 671 nm'de ise bir Q bandı gözlemlenmesi bileşiğin başarılı bir şekilde sentezlendiğini doğrulamaktadır (Şekil 5 (b)).

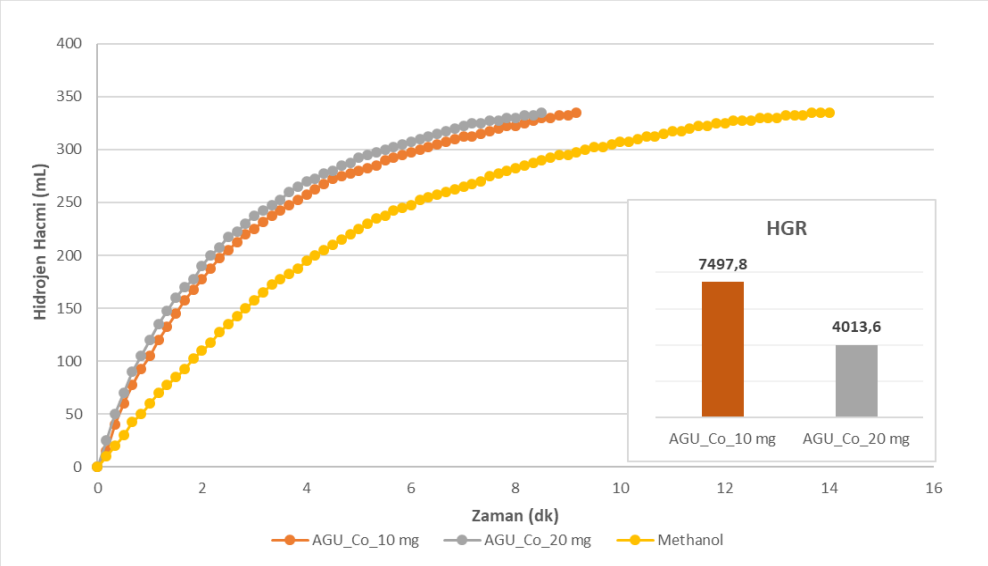


(a) **(b)**

Şekil 5. Ftalosiyanin bileşiğinin (a) FT-IR ve (b) UV-Vis (10^{-5} M, DMSO) spektrumları

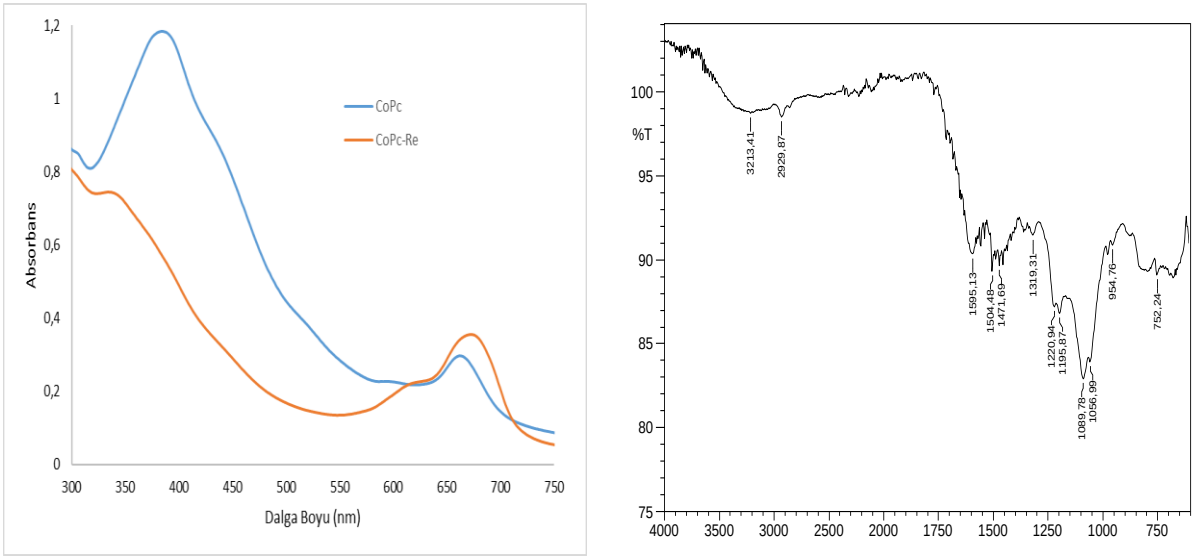
3.2.$NaBH_4$'ün Metanolizi ile H_2 Üretimi

Katalizör miktarının $NaBH_4$'ün metanolizi üzerindeki etkisini incelemek için, reaksiyonlar çeşitli CoPc miktarları (10 mg ve 20 mg) kullanılarak gerçekleştirilmiş ve ilgili hidrojen üretim eğrileri ve oranları Şekil 6'da gösterilmiştir. Şekil 6'da görülebileceği gibi, herhangi bir katalizör olmadan tek başına metanol içinde $NaBH_4$ solvoliz reaksiyonu yaklaşık 15 dakika sürmüştür. $NaBH_4$'ün metanolizi için reaksiyon süresinin artan CoPc miktarları ile azaldığı gözlemlenmiştir. Özellikle, 10 ve 20 mg CoPc için reaksiyon süresi ve hidrojen üretim hızı (HGR) değerleri sırasıyla 9,2 dk / 7498 $mLmin^{-1}g_{cat}^{-1}$ ve 8,5 dk / 4014 $mLmin^{-1}g_{cat}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Katalizör miktarı 10 mg'dan 20 mg'a çıktıkça reaksiyonun dengeye daha hızlı ulaştığı açıktır. Bu, katalizör yüklemesinin artırılmasının, aynı koşullar altında $NaBH_4$'ün metanolizini tamamlamak için gereken reaksiyon süresini önemli ölçüde azalttığını göstermektedir.



Şekil 6. Hidrojen üretim eğrileri ve HGR değerleri

Ayrıca reaksiyon sonucunda çözünmeden kalan katalizörün (CoPc) geri kazanılıp kurutulduktan sonra alınan UV-Vis ve FT-IR spektrumları incelendiğinde; ftalosiyanin bileşiğinin metanoliz işleminden sonra bozulmadığını fakat agregasyona uğradığını göstermektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak geri kazanılan katalizörün tekrardan metanoliz reaksiyonlarında kullanılma potansiyeli olduğunu ortaya koymaktadır. FT-IR piklerinin daha küçük ve UV-Vis spektrumunun daha yayvan çıkmasından dolayı ftalosiyanin bileşiğinin agregasyona uğradığını söyleyebiliriz.



(a) **(b)**

Şekil 7. Ftalosiyanin bileşiğinin katalizör olarak kullanılmasından sonra alınan UV-Vis (a) ve FT-IR (b) spektrumları

SONUÇ

Bu çalışmada, sodyum borohidrürün ($NaBH_4$) metanolizi için etkili bir katalizör olarak kobalt ftalosiyanin bileşiği (CoPc) kullanılmış ve bu doğrultuda hidrojen üretimi için yeni bir strateji geliştirilmiştir. Reaksiyon parametreleri kapsamında, katalizör miktarının hidrojen üretim verimliliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Özellikle, 125 mg $NaBH_4$'ün 10 mg CoPc varlığında katalizlenmesi sonucunda, hidrojen üretim hızı (HGR) 7497 $mLmin^{-1}g_{cat}^{-1}$ seviyesine ulaşmıştır. Her ne kadar bu çalışma kapsamında yeniden kullanılabilirlik testleri gerçekleştirilmemiş olsa da, elde edilen spektroskopik veriler, CoPc katalizörünün yapısal bütünlüğünün reaksiyon sonrası da korunduğunu göstermektedir. Bu durum, katalizörün potansiyel olarak tekrar kullanılabilir olduğunu işaret etmektedir. Metal bazlı bir katalizör olan CoPc, geleneksel metal esaslı katalizörlerle karşılaştırıldığında daha düşük üretim maliyeti ve yapısal kararlılığı sayesinde sürdürülebilir hidrojen üretimi açısından önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

P. Gregory, ‘‘PIM, sports cars and security: phthalocyanine progress through theages, Journal of Porphyrins and Phthalocyanines’’, 1999, 3, 468-476.
R. B. Short, ‘‘Phthalocyanine dimers and PIMs based on hexaphenylbenzene’’, Cardiff University, 2011.
K. R. K. Hokoku, M.K. Engel, ‘‘Single-crystal and solid-state molecular structures of phthalocyanine complexes’’, pp.34, vol. 1-246, 2003.
S. Arslan, ‘‘Phthalocyanines: Structure, synthesis, purification and applications’’, Journal of Life Sciences, vol. 6, pp. 188-197, 2016.
H. Hamidi, M. Golzar, Z. Zamiraei, ‘‘Reviewing of metalloporphyrins as novel catalysts for synthesis of conducting and watersoluble polymers’’, Advanced Journal of Chemistry, Section A, vol. 1, pp. 105-116, 2018.
A. J. Lowe, C. Dent, R. Linstead, ‘‘217. Phthalocyanines. Part VI. The structure of the phthalocyanines’’ Journal of the Chemical Society(Resumed), pp.1033-1039, 1934.
A. L. Thomas, F.H. Moser, ‘‘The Phthalocyanines, Manufacture and applications’’, 1983.
B. Yuan, J. Y. Qi, R. Zhang, T. Cui, Y. Gao, Z. Cheng, Z. Xiang, Z. Zhang, ‘‘Theoretical insights into photocatalytic CO2 reduction on Palladium phthalocyanine’’, Chemical Physics Letters, vol. 803, pp. 139812. 2022.
A. Kazarin, D. Wöhrle, G. Schnurpfeil, O. Suvorova, S. Makarov, ‘‘Practical applications of phthalocyanines–from dyes and pigments tomaterials for optical, electronic and photoelectronic devices’’, Macroheterocycles, vol. 5, pp. 191-202, 2012.
D. Ruch, M. Michel, J. Petersen, P. Lévêque, R. Bechara, T. Heiser, V. Gernigon, V. Toniazzo, ‘‘PEDOT: PSS-free organic solar cells using tetrasulfonic copper phthalocyanine as buffer layer’’, Solar Energy Materials and Solar Cells, vol. 98, pp. 482-485, 2012.
A. B. P. Lever, ‘‘The Phthalocyanines’’, Advances in Inorganic Chemistry and Radiochemistry, vol. 7, pp. 27-114, 1965.
Abe, J. O., Popoola, A. P. I., Ajenifuja, E., & Popoola, O. M. (2019). Hydrogen energy, economy and storage: Review and recommendation. International journal of hydrogen energy, 44(29), 15072-15086.
Akdim, O., Demirci, U. B., & Miele, P. (2009). Acetic acid, a relatively green single-use catalyst for hydrogen generation from sodium borohydride. international journal of hydrogen energy, 34(17), 7231-7238.

Becherif, M., Ramadan, H. S., Cabaret, K., Picard, F., Simoncini, N., & Bethoux, O. (2015). Hydrogen energy storage: new techno-economic emergence solution analysis. Energy Procedia, 74, 371-380.
Bolaños, L., Lukaszewski, K., Bonilla, I., & Blevins, D. (2004). Why boron?. Plant Physiology and Biochemistry, 42(11), 907-912.
Fangaj, E. (2021). Biyobazlı Katalizör Kullanılarak Sodyum Borhidrür'den Hidrojen Üretimi (Master's thesis, Konya Teknik Üniversitesi).
Görgülü, A. O., & Arslan, M. (2003). Alternatif bor bileşikleri. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1), 42-50.
Jia, Y., Sun, C., Shen, S., Zou, J., Mao, S. S., & Yao, X. (2015). Combination of nanosizing and interfacial effect: Future perspective for designing Mg-based nanomaterials for hydrogen storage. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 44, 289-303.
İder, S. K. (2003). Hidrojen enerji sistemi. TMMOB Metalürji Mühendisler Odası Metalürji Dergisi, 134, 1-8.
Kantar, C., Kaya, B., Türk, M., & Şaşmaz, S. (2018). Novel phthalocyanines containing guaiacol azo dyes: Synhthesis, antioxidant, antibacterial, and anticancer activity. Journal of Structural Chemistry, 59, 1241-1250.
Kiren, B. (2022). Dolomit destekli katalizör sentezi ve metal hidrürlerden hidrojen üretiminde aktivitesinin belirlenmesi (Master's thesis, Eskişehir Teknik Üniversitesi).
Meduri, S., & Nandanavanam, J. (2023). Materials for hydrogen storage at room temperature–an overview. Materials Today: Proceedings, 72, 1-8.
Namlı, M., Işık, U., Kantar, C., & Aydemir, M. (2024). Application of phthalocyanine complexes of Cu (II), Co (II), Ni (II), and Zn (II) as catalysts in the transfer hydrogenation of acetophenone and its derivatives. Journal of Molecular Structure, 1312, 138447.
Neli, Ö. U. (2022). The Effect of Various Parameters on the Photoelectrochemical Hydrogen Production Performance of Photoelectrodes (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)).
Öksüz, Ş.,2007. Sodyum Borhidrür İle Çeşitli İndirgenme Reaksiyonları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4-77.
Öner, H., 2023. Metal Oksit Destekli Bimetalik Kobalt Katalizörleri İle Sodyum Borhidrürün Hidrolizinden Hidrojen Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 20-25.
Prabhukhot, P. R., Wagh, M. M., & Gangal, A. C. (2016). A review on solid state hydrogen storage material. Advances in Energy and Power 4 (2): 11-22, 2016, 4, 11-22.
Pudukudy, M., Yaakob, Z., Mohammad, M., Narayanan, B., & Sopian, K. (2014). Renewable hydrogen economy in Asia–opportunities and challenges: an overview. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 30, 743-757.
Rand, D. A. (2011). A journey on the electrochemical road to sustainability. Journal of Solid State Electrochemistry, 15(7), 1579-1622.
Ruse, E., Buzaglo, M., Pri-Bar, I., Shunak, L., Nadiv, R., Pevzner, S., ... & Regev, O. (2018). Hydrogen storage kinetics: The graphene nanoplatelet size effect. Carbon, 130, 369-376.
Rusman, N. A. A., & Dahari, M. (2016). A review on the current progress of metal hydrides material for solid-state hydrogen storage applications. International Journal of Hydrogen Energy, 41(28), 12108-12126.
Sarmah, M. K., Singh, T. P., Kalita, P., & Dewan, A. (2023). Sustainable hydrogen generation and storage–a review. RSC advances, 13(36), 25253-25275.
Wu, C., & Wang, J. (2018). Geminal bis (boron) compounds: their preparation and synthetic applications. Tetrahedron Letters, 59(22), 2128-2140.
Zhang, Y. H., Jia, Z. C., Yuan, Z. M., Yang, T., Qi, Y., & Zhao, D. L. (2015). Development and application of hydrogen storage. Journal of Iron and Steel Research International, 22(9), 757-770.

KLORPİRİFOS OKSON'UN PS70 HÜCRELERİNDE PROTEİN ÇAPRAZ BAĞ OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Seda ÖNDER
Hacettepe University, School of Pharmacy, Department of Biochemistry, 06100 Ankara, Turkey
ORCID: 0000-0002-0392-7077

ÖZET

Organofosfat (OP) pestisitler, kolinesterazların [asetilkolinesteraz (AChE) ve bütirilkolinesteraz (BChE)] tersinmez inhibitörleridir. OP'ler, akut toksik etkisini, AChE'nin aktif bölgesindeki serin amino asitine kovalent bağlanarak göstermektedir. AChE inhibisyonu, OP pestisitlere maruziyet sonrasında ortaya çıkan kronik hastalıkların nedenini açıklayamamaktadır. Kronik OP toksisitesinin nedeninin aydınlatabilmesi için yeni biyobelirteçlere ve yeni mekanizmaların tanımlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Aktif bölgede serin içermeyen proteinler (örneğin tübülin), tirozin ve lizin amino asitlerinden OP bileşikler ile kovalent olarak modifiye edilmektedir ve bu aminoasitler üzerinde, OP eklenti ürünleri oluşmaktadır. Saflaştırılmış proteinler kullanarak yaptığımız daha önceki çalışmalarda, OP pestisitlerin, protein çapraz bağlanmasını indükleyebildiğini gösterdik. Bu reaksiyon, OP toksisitesi için bir diğer potansiyel mekanizma sağlar. OP pestisitlerin neden olduğu eklenti ürünleri ve protein çapraz bağlanması, kronik OP maruziyetiyle ilişkili nörodejeneratif hastalıklardan sorumlu olabilir.

Bu çalışmada, OP pestisit klorpirifos okson (CPO)'un potansiyel toksisite mekanizmaları, insan doğal-tip APP 751 ve insan presenilin 1'i stabil olarak eksprese eden Chinese hamster over hücrelerinde (PS70) araştırıldı. Western blot sonuçları, CPO ile uzun dönem muamele edilen PS70 hücrelerinde yüksek molekül ağırlıklı tübülin agregatları meydana geldiğini gösterdi. Kontrol ile karşılaştırıldığında; 10 µM, 100 µM ve 500 µM CPO'nun ε-(γ-glutamil)-lizin bağ oluşumunu sırasıyla; %30 (*, p<0.05), %80 (***, p<0.001), ve %105 (****, p<0.0001) oranında anlamlı olarak arttırdığı tespit edildi. Bu da CPO'nun PS70 hücrelerinde çapraz bağ oluşumunu indüklediğini göstermektedir. Buna ek olarak, depY 1C6 monoklonal antikoru kullanılarak gerçekleştirilen Western Blot ve ELISA yöntemleri ile CPO kaynaklı dietoksifosforile-tirozin eklenti ürünleri tanımlandı. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, OP kaynaklı kronik hastalıkların mekanizmalarının aydınlatılmasında önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Organofosfat pestisitler, klorpirifos okson, protein agregasyonu, izopeptit bağları, tübülin.

EVALUATOON OF THE EFFECTS OF CHLORPYRIFOS OXON ON PROTEIN CROSSLINKING IN PS70 CELLS

ABSTRACT

Organophosphorus (OP) pesticides are irreversible inhibitors of cholinesterases [acetylcholinesterase (AChE) and butyrylcholinesterase (BChE)]. The OPs cause the acute toxic effect by covalent binding to a serine amino acid in the active site of AChE. Chronic illness from OP pesticides exposure is not explained by inhibition of AChE. Identification of new biomarkers and mechanisms is needed to elucidate the cause of chronic OP toxicity. Proteins that have no active site serine, such as tubulin, are covalently modified by OPs on tyrosine and lysine and OP adducts are formed on these amino acids. In our previous studies using purified proteins, we have shown that OP pesticides can induce protein cross-linking. This reaction provides another potential mechanism for OP toxicity. Adducts and protein cross-linking caused by OP pesticides may be responsible for neurodegenerative diseases associated with chronic OP exposure.

In this study, the potential toxicity mechanisms of the OP pesticide chlorpyrifos oxon (CPO) were investigated in Chinese hamster ovary cells (PS70) stably expressing human wild-type APP 751 and human presenilin 1. Western blot results show that tubulin aggregates with high molecular weight were formed in PS70 cells treated with CPO for long periods. Compared to the control, 10 μM, 100 μM and 500 μM CPO significantly increased ε-(γ-glutamyl)-lysine bond formation by 30% (*, $p<0.05$), 80% (***, $p<0.001$), and 105% (****, $p<0.0001$), respectively. This shows that CPO induced cross-link formation in PS70 cells. In addition, CPO-induced diethoxyphosphorylated-tyrosine adducts were identified by Western Blot and ELISA methods using depY 1C6 monoclonal antibody. The results obtained from this study will provide important contributions to the elucidation of the mechanisms of chronic diseases caused by OP.

Keywords: Organophosphate pesticides, chlorpyrifos oxon, protein aggregation, isopeptide bonds, tubulin.

YENİ BENZOGUANAMİN AZA TAÇ-ETER VE KRİPTANDIN ÇEVRE DOSTU SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Hicret BAYCAR
Department of Chemistry, Faculty of Science and Letters, Balıkesir University, Çağış Campus, Balıkesir, Türkiye
ORCID: 0009-0009-8738-8290
Baki ÇİÇEK
Department of Chemistry, Faculty of Science and Letters, Balıkesir University, Çağış Campus, Balıkesir, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1257-1188

ÖZET

Bu çalışmanın temelini, çevre dostu mikrodalga sentez yöntemi ile nükleofilik sübstitüsyon mekanizması ile 1:1 ve 1:2 oranında halkalaşma reaksiyonu uygulanarak aza-taç eter ve kriptandların sentezlenmesidir.

Aza-Taç eter bileşikleri, yapılarında bulunan heteroatomlar ve aromatik halkalar temel alınarak çeşitli alt gruplara ayrılmaktadır. Aza taç eterler, azot içeren azo grubu taşıyan taç eterlerdir. okso-aza taç eterler hem oksijen hem de azo gruplarını içeren hibrit yapılı taç eterlerdir, benzo aza- taç eterler benzen halkası içeren taç eterlerdir.

Kriptandlar, üç boyutlu yapıları sayesinde aza- taç eterlere kıyasla daha yüksek afiniteye sahiptir. Taç eterler düzlemsel bir bağlanma boşluğu sunarken, kriptandlar kapsül benzeri yapılarıyla katyonları tamamen sararak bağlar. Bu fark, özellikle iyon seçiciliği ve taşınım mekanizmaları açısından önemli kimyasal avantajlar sunar (Dilber, Kantekin, Başaran, Ocak, & Ocak, 2014).

Kriptandların yapısal özellikleri, onları farmasotik, fiziksel organik kimya uygulamaları, kemosensör ve iyon taşınımı uygulamaları gibi çeşitli alanlarda değerli kılmaktadır(Canbolat, Çalışır, & Çiçek, 2022) (Amendola, Bergamaschi, & Miljkovic, 2018),. Taç eterler, ilaç taşınım sistemleri, antikanser, fotodinamik terapi (PDT), nanoteknoloji alanında kullanım potansiyelleri vardır.

Bu çalışma kapsamı içerisinde, triazin içeren heterosiklik bileşik ailesinden, benzoguanamin (2,4-diamino-6-fenil-1,3,5-triazin) taç eter türevi başarıyla sentezlenmiştir. Sentez, dietilenglikol diklorür bileşiği ile nükleofilik sübstitüsyon reaksiyon (S_N2) mekanizmasıyla gerçekleştirilmiştir. Sezyum karbonat bazı kullanılarak katalizör etkisi sağlanmış ve mikrodalga destekli sentez cihazı ile yeşil kimya prensiplerine uygun bir yöntem izlenmiştir.

Sentezlenen taç eter ve kriptand türevi bileşikleri saflaştırdıktan sonra yapıları FTIR, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR spektroskopisiyle karakterize edildi.

Anahtar kelimeler: Kriptand, Taç Eter, Benzoguanamin, Mikrodalga, Yeşil Kimya.

DETERMINATION OF OXIDE AND ALKALINE EARTH METAL DISTRIBUTIONS IN PERLITE MINERALS

ABSTRACT

The foundation of this study is based on the synthesis of aza-crown ethers and cryptands through 1:1 and 1:2 cyclization reactions via a nucleophilic substitution mechanism using an eco- friendly microwave synthesis method.

Aza-crown ether compounds are classified into various subgroups based on the heteroatoms and aromatic rings in their structures. Aza-crown ethers are crown ethers containing nitrogen-based azo groups. Oxo-aza crown ethers are hybrid crown ethers containing both oxygen and azo groups, while benzo-aza crown ethers include benzene rings in their structures.

Cryptands, due to their three-dimensional structures, exhibit higher affinity compared to aza-crown ethers. While crown ethers provide a planar binding cavity, cryptands encapsulate cations with their capsule-like structures. This distinction offers significant chemical advantages, particularly in terms of ion selectivity and transport mechanisms. (Dilber et al., 2014).

The structural properties of cryptands make them valuable in various fields, including pharmaceutical applications, physical organic chemistry, chemosensors, and ion transport applications (Canbolat et al., 2022) (Amendola et al., 2018). Crown ethers also hold potential for use in drug delivery systems, anticancer therapies, photodynamic therapy (PDT), and nanotechnology.

Within the scope of this study, a crown ether derivative of benzoguanamine (2,4-diamino-6-phenyl-1,3,5-triazine), a member of the triazine-containing heterocyclic compound family, was successfully synthesized. The synthesis was carried out through a nucleophilic substitution (S_N2) reaction mechanism using diethylene glycol dichloride. Cesium carbonate was employed as a base to provide catalytic effect, and the method adhered to green chemistry principles by utilizing a microwave-assisted synthesis device.

After purification, the synthesized crown ether and cryptand derivatives were characterized using FTIR, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR spectroscopy.

Keywords: Cryptand, Crown Ether, Benzoguanamine, Microwave, Green Chemistry

1. INTRODUCTION

Macrocyclic ethers have been extensively studied since their synthesis by Pedersen in 1967, primarily due to their high affinity for metal cations (Pedersen, 1967; Pedersen, Izatt, & Christensen, 1978). Azacrown ethers, formed by substituting one or more oxygen atoms in crown

ethers with nitrogen atoms, can selectively form complexes with alkali, alkaline earth, and transition metals (Çiçek, 2002). The affinity of macrocyclic molecules for metal cations is critically important in biological and chemical processes, as it determines the binding capabilities and selectivity of the interaction sites around the substrate (Çakır & Çiçek, 1999) .

Kulstad and Malmsten demonstrated that diazacrowns could be synthesized through the reaction of diiodoether and diaminoether using potassium or sodium carbonate as a base (Bradshaw, Krakowiak, & Izatt, 1989). Although sodium carbonate is commonly used as a base in such reactions, a method reported by Kellogg and Çiçek revealed that the use of cesium carbonate significantly improves product yield, a phenomenon referred to in the literature as the "cesium effect" (Çiçek & Onbaşıoğlu, 2016) (Dijkstra, Kruizinga, & Kellogg, 1987). Similarly, studies by Lockhard, Pedersen, and Bromels introduced various benzo-azacrown ethers with functional groups, including N-(2-hydroxyphenyl) azacrown ethers, benzo-aza-15-crown-5, and benzo-aza-18-crown-6 (Lockhart et al., 1973).

Several methods have been proposed for the synthesis of azacrown ethers, utilizing a variety of reactants and functional groups. These include acyl chlorides, dichlorides, tosylates, carboxylic acids, amines, glycols, and dithiol compounds. However, detailed analyses of these methods have revealed that the reactions often require long durations and result in low yields (Çakır & Çiçek, 2004) (Erk, Çakır, & Çiçek, 1999).

In recent years, microwave heating has emerged as an alternative method, offering advantages such as high thermal efficiency, selective heating, rapid reaction times, and eco-friendly processing. These benefits have led to its adoption in various industrial applications. Consequently, the synthesis of target compounds was carried out using methods that minimize these issues, adhering to "green chemistry" principles and employing microwave-assisted synthesis. (Wang, Zhu, Liu, Zeng, & Sun, 2016)

Cryptands, like crown ethers, possess a remarkable ability to form stable complexes with alkali metal ions. However, a key distinction lies in their structural geometry. While crown ethers exhibit a two-dimensional planar cavity facilitating specific interactions, cryptands feature a more complex three-dimensional spherical cavity that enhances their spatial configuration capabilities. This three-dimensional architecture significantly contributes to the exceptional ion selectivity and overall stability of cryptands. In contrast, crown ethers typically exhibit notable stability in cation binding, a critical property in coordination chemistry and related fields. Therefore, a comparative analysis

of these two molecular classes highlights not only their structural similarities but also the profound impact of their distinct geometric configurations on their chemical behaviors.

In this study, mixed-donor crown ethers were synthesized based on compounds containing triazine rings, nitrogen atoms, and oxygen atoms. The synthesized compounds were characterized using NMR, FTIR, and techniques.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Materyal

In this study, all the compounds were sourced from Sigma Aldrich Co. The solvents used were of HPLC-grade purity and applied directly without further purification. A Milestone StartSynth microwave synthesis device was utilized for reaction processes. Purification steps were carried out using a Heidolph evaporator. Vibrational spectra were analyzed using a Perkin Elmer Fourier-transform infrared (FTIR) spectrometer. Mass spectra were recorded with the infusion mode of a Thermo Scientific TSQ Quantum Access Max liquid chromatography-mass spectrometry instrument. Nuclear magnetic resonance (NMR) spectra were obtained through an external service provider.

2.2 Methods

2.2.1 Synthesis of HB3

A mixture of 1 mmol (0.18720 g) of 6-Phenyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine and 1 mmol (0.32582 g) of Cs_2CO_3 was placed in a reaction flask. Approximately 120 mL of acetonitrile and 2.5 mL of distilled water were added to the flask. The mixture was stirred and dissolved under an inert nitrogen atmosphere using a microwave at 75°C for 10 minutes. Subsequently, a solution of 1 mmol (0.142g) of diethylene glycol dichloride in 50 mL of acetonitrile was slowly added dropwise to the reaction mixture to prevent polymerization.

The progress of the reaction was monitored via TLC after 4 hours, and the reaction was completed. The mixture was allowed to cool to room temperature and was then filtered. After removing acetonitrile from the filtrate, an extraction was performed using chloroform. To isolate the product, the solvent from the chloroform phase was evaporated using a rotary evaporator. 3514 cm^{-1} corresponds to N–H stretching vibrations (secondary amine), 3295–3182 cm^{-1} to aromatic asymmetric and symmetric stretching vibrations, 2919–2954 cm^{-1} to CH_2 asymmetric and symmetric stretching vibrations, 1615 and 1589 cm^{-1} to asymmetric and symmetric stretching vibrations of the triazine ring, 1450 cm^{-1} to asymmetric bending of the CH_3 group, 1426 cm^{-1} to

CH_2 bending (scissoring), 1396 cm^{-1} to symmetric bending of the CH_3 group (umbrella mode), and 1258–1192 cm^{-1} to ether bending vibration. 1H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6, ppm): δ, 6.70 (4H, -NH) 1.28 (8H, -CH2-O-), 1.20 (8H, -CH2-CH2-O-), 7.50 (2H, -Ph), 8.30 (2H, -Ph)

2.2.2 Synthesis of HB4

A mixture of 1 mmol (0.18720 g) of 6-Phenyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine and 1 mmol (0.32582 g) of Cs_2CO_3 was placed in a reaction flask. Approximately 120 mL of acetonitrile and 2.5 mL of distilled water were added to the flask. The mixture was stirred and dissolved under an inert nitrogen atmosphere using a microwave at 75°C for 10 minutes. Subsequently, a solution of 2 mmol (0.284 g) of diethylene glycol dichloride in 50 mL of acetonitrile was slowly added dropwise to the reaction mixture to prevent polymerization.

The progress of the reaction was monitored via TLC after 8 hours, and the reaction was completed. The mixture was allowed to cool to room temperature and was then filtered. After removing acetonitrile from the filtrate, an extraction was performed using chloroform. To isolate the product, the solvent from the chloroform phase was evaporated using a rotary evaporator. FTIR (γ cm-1): 3298–3183 cm^{-1} corresponding to aromatic asymmetric and symmetric stretching vibrations, 2922–2948 cm^{-1} to CH_2 asymmetric and symmetric stretching vibrations, 1615 and 1589 cm^{-1} to asymmetric and symmetric stretching vibrations of the triazine ring, 1450 cm^{-1} to asymmetric bending of the CH_3 group, 1426 cm^{-1} to CH_2 bending (scissoring), 1396 cm^{-1} to symmetric bending of the CH_3 group (umbrella mode), and 1257–1192 cm^{-1} to ether bending vibrations.. 1H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6, ppm): δ, 3.30 (8H, -CH2-O-), 3.66 (8H, -CH2-CH2-O-), 7.49 (2H, -Ph), 8.23 (2H, -Ph)

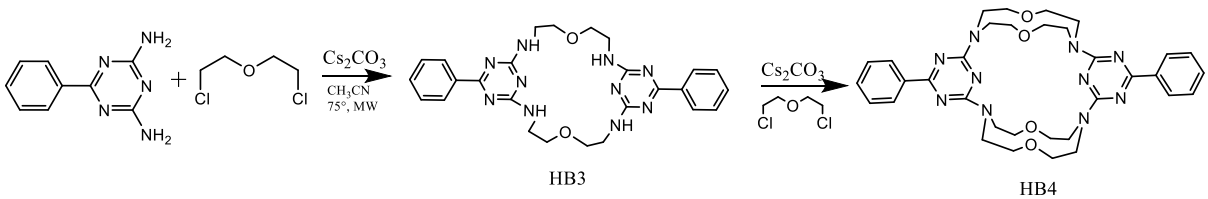


Figure 1. Synthesis reactions of crown ethers and cryptands.

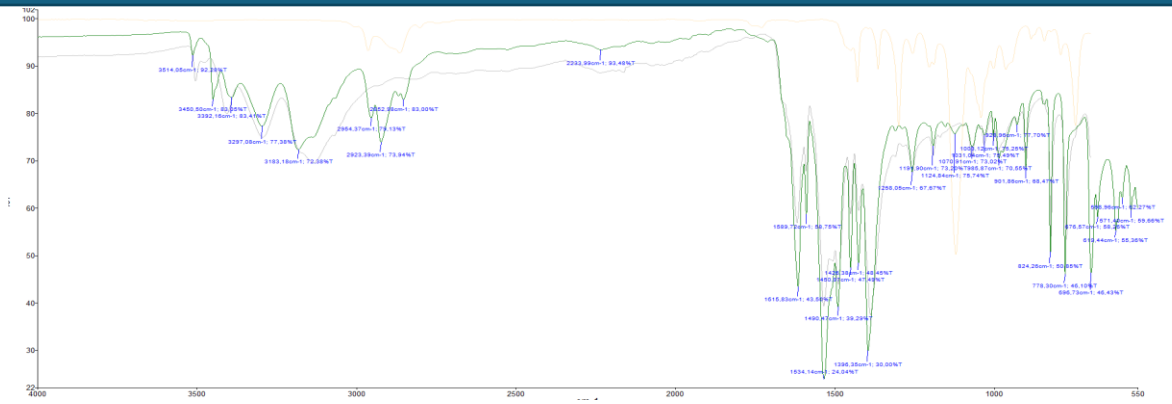


Figure 2. FT-IR ($\gamma\ cm^{-1}$) spectrum of HB3.

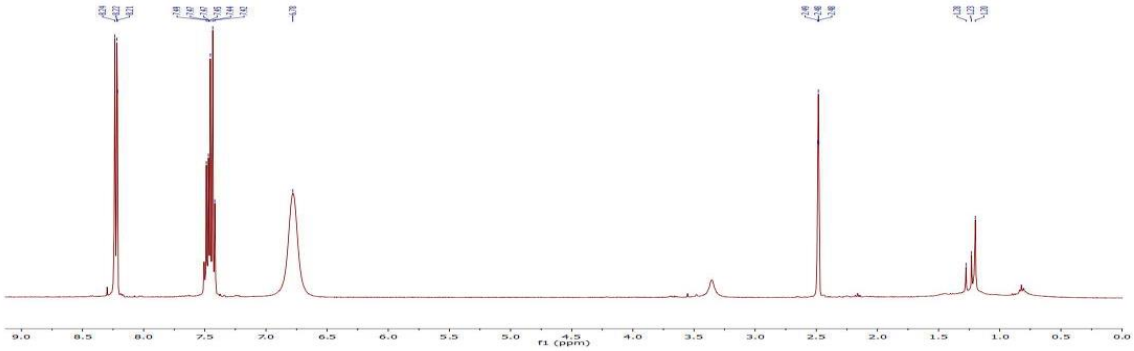


Figure 3. ^{1}H-NMR (δ_H) chemical shifts of HB3

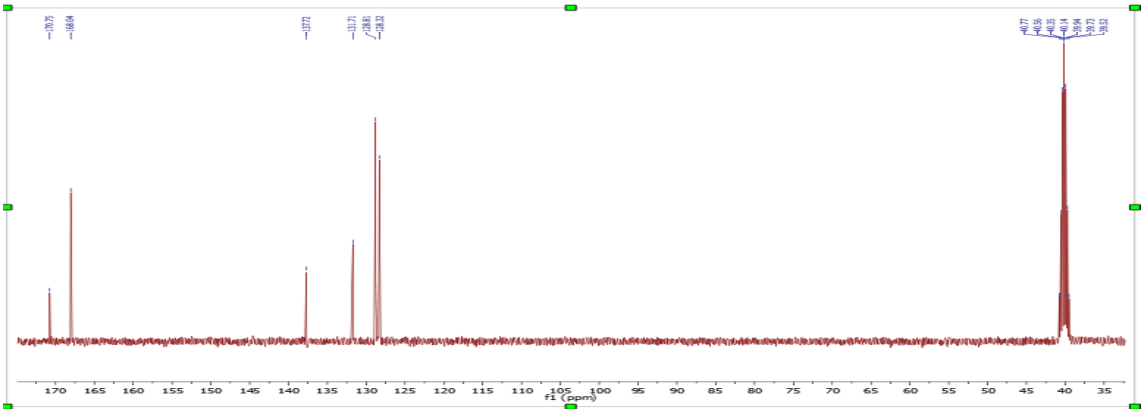


Figure 4. ^{13}C-NMR (δ_H) chemical shifts of HB3

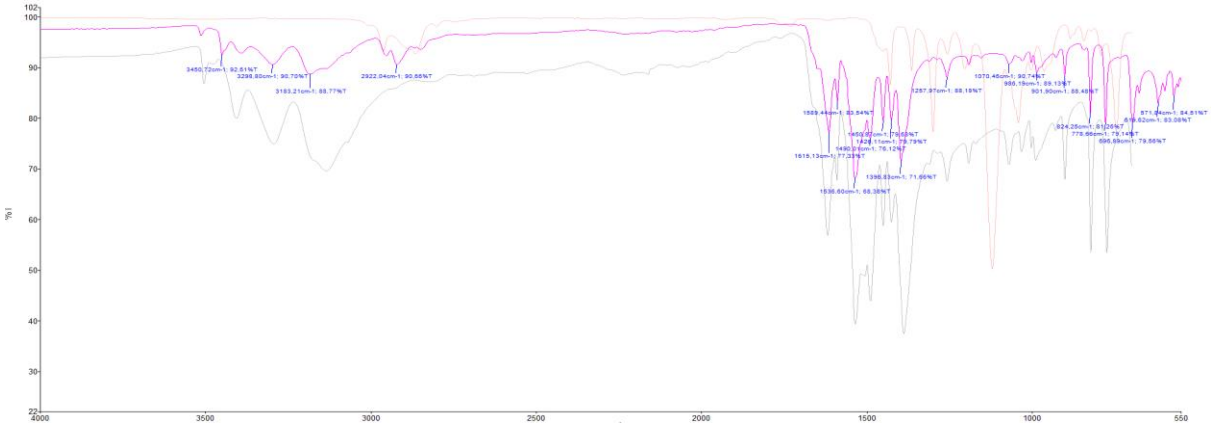


Figure 5. FT-IR ($\gamma\ cm^{-1}$) spectrum of HB4.

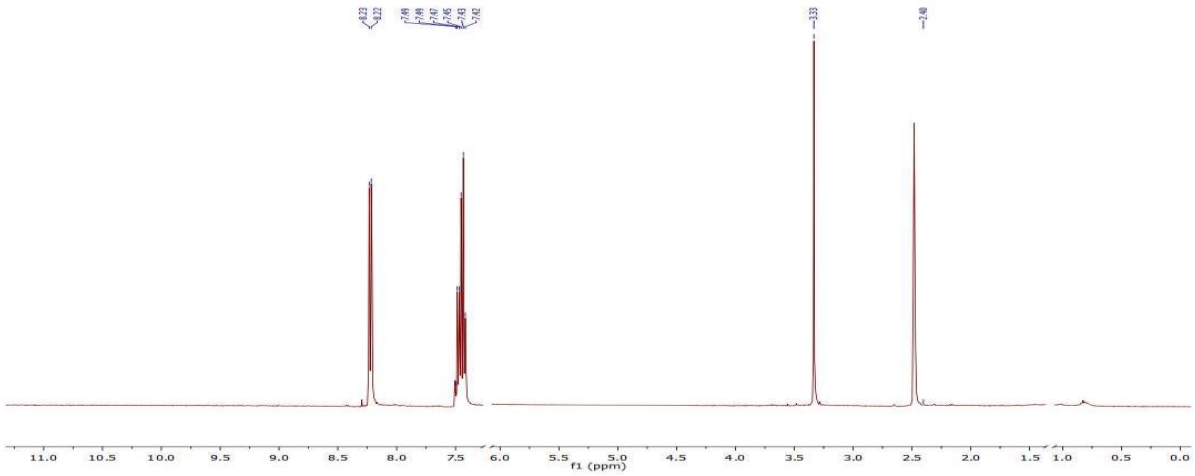


Figure 6. ^{1}H-NMR (δ_H) chemical shifts of HB4

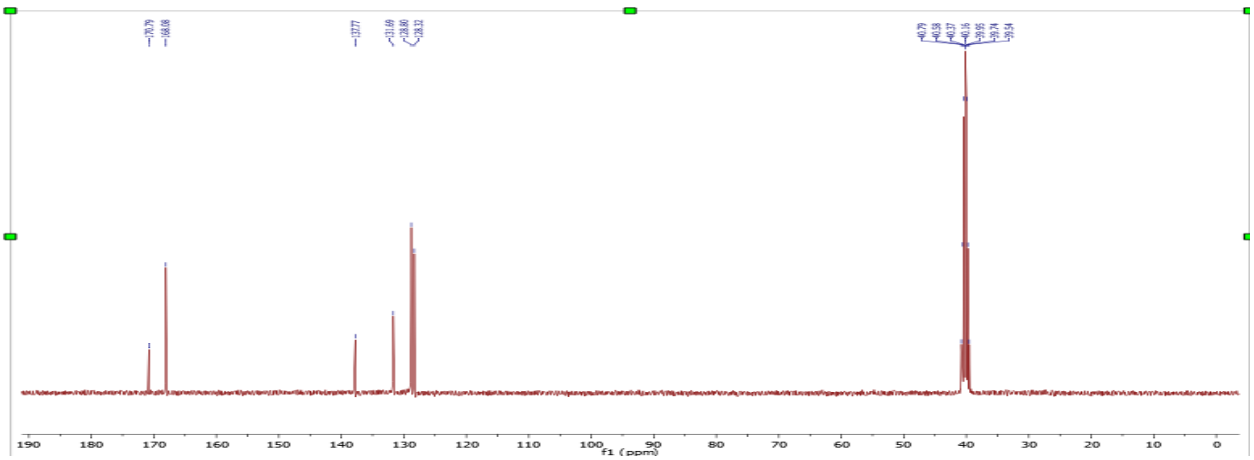


Figure 7. ^{1}H-NMR (δ_H) chemical shifts of HB4

3. RESULTS AND DISCUSSION

CONCLUSIONS

Two novel aza-crown ether compounds, designated as HB3 and HB4, were successfully synthesized via an S_N2 mechanism involving benzoguanamine and diethylene glycol dichloride. The synthesized compounds were characterized using FT-IR and NMR spectroscopy, and their structures were confirmed. These compounds were obtained through microwave-assisted synthesis, a green chemistry method known for its high efficiency and sustainability.

The utilization of a microwave-assisted synthesis device as a green chemistry approach significantly reduced reaction times, completing reactions that typically take weeks in much shorter durations. This method also provided notable advantages in terms of product yield and reaction efficiency compared to conventional techniques. Furthermore, the chemical flexibility and selective binding properties of aza-crown ether compounds offer broad application potential, ranging from biomolecular studies to ion carrier systems and catalytic processes.

Acknowledgments

This study is derived from the master's thesis titled *"Microwave-assited synthesis and characterization of tetra-aza-crown ether and cryptand derivative"* prepared by Hicret BAYCAR under the supervision of Prof. Dr. Baki ÇİÇEK at the Department of Chemistry, Institute of Science, Balikesir University, and submitted in 2025.

We appreciate that this work was supported by Balikesir University Research **Grant No.: 2023/151.**

REFERENCES

Amendola, V., Bergamaschi, G., & Miljkovic, A. (2018). Azacryptands as molecular cages for anions and metal ions. *Supramolecular Chemistry*, *30*(4), 236-242.

Bradshaw, J. S., Krakowiak, K. E., & Izatt, R. M. (1989). Convenient syntheses of N-[2-(2-hydroxyethoxy) ethyl]-substituted polyaza-crown ethers and cyclams without the need for a hydroxy blocking group. *Tetrahedron letters*, *30*(7), 803-806.

Canbolat, M., Çalışır, Ü., & Çiçek, B. (2022). Microwave-Assisted Synthesis of Aromatic Thiadiazol Crown Ethers and Determination of Complexation Properties with Metal Ions by Application of Job′ s Plot Method to Conductometry. *ChemistrySelect*, *7*(29), e202200944.

Çakır, Ü., & Çiçek, B. (1999). Estimation of Li+, K+ and Ca 2+ Complexation with [12] crown-4,[15] crown-5 and [18] crown-6 Using a Na+ ISE in Dioxane-Water, Part IV* Cation Equilibrium Constants of Macrocyclic Ethers with Ion Selective Electrodes. *Microchimica Acta*, *132*, 79-82.

Çakır, Ü., & Çiçek, B. (2004). Extraction-ability and-selectivity of tetra-aza-crown ethers for transition metal cations. *Transition Metal Chemistry*, *29*, 263-268.

Çiçek, B. (2002). *Tetra-aza coronandların sentezleri ve kompleksleşme yeteneklerinin potansiyometrik, kondüktometrik ve sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemleri ile belirlenmesi.* Balikesir University (Turkey),

Çiçek, B., & Onbaşıoğlu, Z. (2016). Synthesis and characterization of 1, 3, 4-thiadiazole-2, 5-dithio crown ethers. *Heterocyclic Communications*, *22*(6), 329-332.

Dijkstra, G., Kruizinga, W. H., & Kellogg, R. M. (1987). An assessment of the causes of the" cesium effect". *The Journal of Organic Chemistry*, *52*(19), 4230-4234.

Dilber, G., Kantekin, H., Başaran, D., Ocak, Ü., & Ocak, M. (2014). Evaluation of Diazatetraoxa Cryptand as Extractant for Transition Metals and Pb 2. *Pak. J. Anal. Environ. Chem. Vol*, *15*(2), 21.

Erk, Ç., Çakır, Ü., & Çiçek, B. (1999). Estimation of Li+, K+ and Ca2+ complexation with [12] crown-4,[15] crown-5 and [18] crown-6 using a Na+ ISE in dioxane-water, part IV-Cation equilibrium constants of macrocyclic ethers with ion selective electrodes.

Lockhart, J., Robson, A., Thompson, M., Furtado, S. D., Kaura, C., & Allan, A. (1973). Preparation of some nitrogen-containing polyether 'crown'compounds. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1*, 577-581.

Pedersen, C. J. (1967). Cyclic polyethers and their complexes with metal salts. *Journal of the American Chemical Society*, *89*(26), 7017-7036.

Pedersen, C. J., Izatt, R., & Christensen, J. (1978). Synthetic multidentate macrocyclic compounds. *Synthetic multidentate macrocyclic compounds*, 1-51.

Wang, H., Zhu, W., Liu, Y., Zeng, L., & Sun, L. (2016). The microwave-assisted green synthesis of TiC powders. *Materials*, *9*(11), 904.

MAGNEZYUM FTALOSİYANİN BİLEŞİKLERİNİN FOTODİNAMİK TERAPİDEKİ YERİ

Kübra NERGİZ GÜRBÜZER
Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Davutpaşa Kampüsü
34220 Esenler, İstanbul
ORCID: 0000-0001-9310-3006
Mevlüde CANLICA
Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Davutpaşa Kampüsü
34220 Esenler, İstanbul
ORCID: 0000-0002-5851-5651

ÖZET

Ftalosiyanin türevleri, özellikle 600-800 nm dalga boyu aralığında, yüksek ışık emilim kapasitesi ile bilinir ve bu dalga boyu "terapötik pencere" içinde yer alır, bu da daha derin doku penetrasyonuna olanak tanır. Işıkla aktive edilen bu bileşikler, reaktif oksijen türleri (ROS) gibi singlet oksijen ($^1O_2$) üreterek kanser hücrelerinde apoptoza neden olurlar. Yüksek kimyasal stabiliteleri ve düşük karanlık toksisiteleri, sağlıklı dokulara verilen zararı en aza indirir ve bunları fotodinamik terapide (PDT) etkin fotosensitizerler yapar.

Magnezyum (Mg^{2+}), insan hücrelerinde en bol bulunan ikinci metal iyonudur ve biyolojik süreçlerde önemli bir rol oynar. Singlet oksijen üretme yeteneği, yüksek termal kararlılığı ve ışığa duyarlılığı nedeniyle magnezyum ftalosiyanin bileşikleri PDT uygulamalarında tercih edilmektedir.

Bu çalışmada, farklı substitüent konumlarına sahip iki magnezyum bis ftalosiyanin türevi sentezlenmiştir:

Tetrakis-3-(heksadekan-1,2-dioksi)-bis(ftalosiyaninato) magnezyum(II) (npBTPc-Mg) ve Tetrakis-4-(heksadekan-1,2-dioksi)-bis(ftalosiyaninato) magnezyum(II) (pBTPc-Mg).

Bileşikler, 3- ve 4-heksadekan-1,2-dioksi-substitüe ftalonitril ile magnezyum asetat kullanılarak, DBN katalizörlüğünde n-pentanol ortamında sentezlenmiştir. Yapıları UV-Vis, FT-IR ve kütle spektrometresi ile karakterize edilmiştir.

Fotokimyasal çalışmalar, npBTPc-Mg için 0.38, pBTPc-Mg için ise 0.83 olan singlet oksijen kuantum verimlerini ortaya koymuştur. Bu fark, ftalosiyanin halkasında substitüentlerin bağlanma konumlarına bağlanmaktadır. npBTPc-Mg'deki sterik engeller, singlet oksijen üretimini azaltırken, pBTPc-Mg daha verimli fotofiziksel süreçler sergileyerek daha yüksek kuantum verimi sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Singlet oksijen, fotodinamik terapi, magnezyum ball-type ftalosiyanin

*Bu çalışma, YTÜ BAP Koordinasyon Birimi tarafından TDK-2022-5201 numaralı proje ile desteklenmiştir.

MAGNESIUM PHTHALOCYANINE COMPLEXES IN PHOTODYNAMIC THERAPY: ROLE AND MECHANISMS

ABSTRACT

Phthalocyanine derivatives are known for their high light absorption capacity, especially in the 600-800 nm range, which is within the "therapeutic window" for deeper tissue penetration. These compounds, when activated by light, generate reactive oxygen species (ROS) such as singlet oxygen ($^1O_2$), leading to apoptosis in cancer cells. Their high chemical stability and low dark toxicity minimize damage to healthy tissues, making them effective photosensitizers in photodynamic therapy (PDT).

Magnesium (Mg^{2+}) is the second most abundant metal ion in human cells and plays a crucial role in biological processes. Magnesium phthalocyanine complexes, due to their singlet oxygen generation ability, high thermal stability, and light sensitivity, are preferred in PDT applications.

In this study, two magnesium bis phthalocyanine derivatives with different substituent positions (3-position and 4-position) were synthesized:

Tetrakis-3-(hexadecane-1,2-dioxy)-bis(phthalocyaninato) magnesium(II) (npBTPc-Mg) and Tetrakis-4-(hexadecane-1,2-dioxy)-bis(phthalocyaninato) magnesium(II) (pBTPc-Mg). The compounds were synthesized using 3- and 4-hexadecane-1,2-dioxy-substituted phthalonitriles with magnesium acetate under DBN catalysis in n-pentanol. Their structures were characterized by UV-Vis, FT-IR, and mass spectrometry.

Photochemical studies revealed singlet oxygen quantum yields of 0.38 for npBTPc-Mg and 0.83 for pBTPc-Mg. The difference is attributed to the binding positions of the substituents on the phthalocyanine ring. The steric hindrance in npBTPc-Mg reduces singlet oxygen production, whereas pBTPc-Mg exhibits more efficient photophysical processes, resulting in a higher quantum yield.

Keywords: Singlet oxygen, photodynamic therapy, magnesium ball-type phthalocyanine

*This study was supported by the YTU BAP Coordination Unit under project number TDK-2022-5201.

STUDYING GENETIC POLYMORPHISM IN ANTHOCYANIN-RICH FORMS OF MAIZE WITH MOLECULAR MARKERS

Sevil SULEYMANOVA
Genetic Resource Institute, Ministry of Science and Education, AZ1106 Baku, Azerbaijan
ORCID: 0009-0003-6152-3737
Leyla VALİYEVA
Genetic Resource Institute, Ministry of Science and Education, AZ1106 Baku, Azerbaijan
ORCID: 0009-0004-2924-441X

ABSTRACT

Genetic diversity is predominantly defined by genetic polymorphism, which offers important information about the adaptability and variability of plant populations. In maize, such diversity is particularly important for enhancing nutritional quality and developing stress-tolerant varieties. Anthocyanin-rich forms of maize are of special interest due to their health benefits and possible functional food applications. Molecular marker-based techniques are extensively employed to assess genetic variability in pigmented maize genotypes.

In this study, multiple PCR assays were initially conducted using primers A1 (5`-$(AG)_8$T-3`) and A5 (5`-$(GAA)_6$-3`) on the DNA of 34 different anthocyanin-rich maize samples, and the resulting amplicons were subsequently analyzed by electrophoresis on a 1.2% agarose gel to study genetic polymorphism. Based on the obtained electropherograms, high polymorphism was observed in the tested maize samples, due to variation at the A1 and A5 loci. A maximum of 4 and 11 DNA fragments of varying lengths were amplified from the maize genome using primers A1 and A5, respectively. The amplicons generated with primer A1 ranged from 300 to 700 base pairs, whereas the amplicons generated with primer A5 ranged from 500 to 3000 base pairs. In some samples, the color of the maize kernel was correlated with particular polymorphic amplicons produced by both primers. Analyzing genetic polymorphism through genetic markers allows researchers to assess genetic diversity in maize, which is essential for guiding breeding programs aimed at improving traits like yield, disease resistance, and adaptability.

Keywords: Genetic diversity, anthocyanin-rich forms of maize, molecular markers, PCR, electrophoresis

DNA CHARACTERIZATION IN ANTHOCYANIN-RICH FORMS OF MAIZE

Sevil SULEYMANOVA
Genetic Resource Institute, Ministry of Science and Education, AZ1106 Baku, Azerbaijan
ORCID: 0009-0003-6152-3737

ABSTRACT

Biodiversity has recently been quickly declining as a result of several ecological problems. Thus, the need to protect biodiversity has become increasingly urgent. Studying the genetic diversity of biological species is one of the most reliable methods of assessing biodiversity. It provides important insights into evolutionary processes and adaptation, population dynamics and gene flow, conservation strategies, disease resistance, and the genetic basis of functional traits. One of the most critical stages in this approach is the extraction and subsequent purification of DNA from plant samples.

Maize (Zea mays L.) is one of the most important cereal crops globally, playing a significant role in food security, industrial applications, and economic development. Furthermore, recently, there has been increasing focus on maize varieties rich in anthocyanins. Anthocyanins are water-soluble pigments produced as secondary metabolites in plants and giving different plant parts colors ranging from pink to dark black. In maize, anthocyanin-rich varieties have attracted attention for their potential to enhance human health by offering antioxidant, anti-inflammatory, and anti-carcinogenic effects, while simultaneously improving agricultural productivity through increased stress tolerance, pest resistance, and prolonged post-harvest shelf life.

In this study, the DNA of leaf samples from 34 different anthocyanin-rich maize seedlings, four to five days old, was extracted. The quantity and quality of extracted DNA were measured using a spectrophotometric method (NanoDrop). The extracted DNA concentrations from maize samples varied from 80.4 to 4747.8 ng/µl, and the purity ranged from 1.04 to 2.10. These values enable researchers to improve DNA extraction procedures, choose the best samples for further applications such as PCR or sequencing, and ensure data accuracy in genetic diversity and molecular breeding investigations.

Keywords: Genetic diversity, Zea mays L., anthocyanins, DNA extraction, DNA concentrations, DNA purity, spectrophotometry

PROFESYONEL LİG HENTBOLCULARININ CİNSİYET DEĞİŞKENİNE GÖRE VÜCUT BİLEŞENLERİNİN İNCELENMESİ

Serkan AYDIN
Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Sport Science, Department of Coaching Education, 59030 Süleymanpaşa, Tekirdağ
ORCID: 0000-0003-3618-8028
Sercan ÖNCEN
Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Sport Science, Department of Coaching Education, 59030 Süleymanpaşa, Tekirdağ
ORCID: 0000-0001-6147-2966

ÖZET

Sporda cinsiyet farklılıklarının vücut bileşenleri üzerindeki etkileri bilim insanları tarafından yıllardır araştırılmaktadır. Buradan yola çıkarak çalışmanın amacı profesyonel lig hentbol oyuncularının vücut bileşenlerinin cinsiyet değişkenine göre incelenmesidir. Çalışmaya 28 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcılar cinsiyete göre iki farklı gruba ayrılmıştır. Kadın grubu (n:10; 24,57±5,44 yıl, 170,40±4,96 cm, 66,19±5,52 kg, 22,79±1,63 kg/m^2) ve erkek grubu (n:18; 25,67±4,51 yıl, 191,38±6,85 cm, 102,00±14,99 kg, 22,78±3,33 kg/m^2). Çalışmada katılımcıların vücut yağ, protein, mineral, kas kütlesi ve bazal metabolizma hızı gibi vücut bileşenleri değerleri Tanita TBF-300 vücut kompozisyon analiz cihazı ile ölçülmüştür. Katılımcıların verileri IBM SPSS 24 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin cinsiyet değişkenine göre test dağılımları incelenmiştir. Dağılımların normalliği ve varyansların homojenliği Shapiro-Wilks testi ile belirlenmiştir. Katılımcıların verilerini karşılaştırmak için tanımlayıcı istatistikler ve bağımsız örneklem T testleri kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlenmiştir. Vücut suyu ($p=0.00^{**}$; t=-11.54), protein ($p=0.00^{**}$; t=-11.83), mineral ($p=0.00^{**}$; t=-10.36), core kas kütlesi ($p=0.00^{**}$; t=-11.93) ve bazal metabolizma hızı ($p=0.00^{**}$; t=-11.93) değerlerinde erkek grup lehine yüksek düzeyde anlamlı bir fark bulunmuştur. Her bir vücut bileşeni için erkek grubunun verilerinin kadın grubundan daha yüksek olduğu görülmüştür. Vücut yağ kütlesi değerlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır (p=0.88; t=-0.10). Sonuç olarak, cinsiyetin profesyonel lig hentbol oyuncularının vücut bileşenleri üzerinde etkileri olduğu görülmüştür. Erkek hentbolcuların kadın oyunculara göre vücut yağı, protein, mineral, kas kütlesi ve bazal metabolizma hızı gibi vücut bileşenleri düzeylerinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Profesyonel oyuncuların vücut bileşenlerini değerlendirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Vücut bileşenleri, vücut yağı, protein, mineral, kas kütlesi, bazal metabolizma hızı

INVESTIGATION OF BODY COMPONENTS OF PROFESSIONAL LEAGUE HANDBALL PLAYERS ACCORDING TO SEX VARIABLES

ABSTRACT

The effects of sex differences in body components have been researched for years by the scientists. Based on this, the aim of the study was to investigate the body components of professional league handball players according to sex variables. 28 participants were included in the study. Participants were divided into two different groups according to sex. Female group (n: 10; 24.57±5.44 years, 170.40±4.96 cm, 66.19±5.52 kg, 22.79±1.63 kg/m^2) and male group (n:18; 25.67±4.51 years, 191.38±6.85 cm, 102.00±14.99 kg, 22.78±3.33 kg/m^2). In the study body components of the participants such as body fat, protein, mineral, muscle mass and basal metabolic rate were measured by Tanita TBF-300 body composition analyser. The data of the participants in the study were analysed using IBM SPSS 24 package program. Test distributions of the variables according to the sex variables were examined. Normality of the distributions and homogeneity of the variances were determined by Shapiro-Wilks's test. Descriptive statistics and independent samples T tests were conducted to compare the data of the participants. The level of significance is determined as $p<0.05$. There was a high significant difference in body water (p=0.00**; t=-11.54), protein (p=0.00**; t=-11.83), mineral (p=0.00**; t=-10.36), core muscle mass (p=0.00**; t=-11.93) and basal metabolic rate (p=0.00**; t=-11.93) in favor of male group. It was observed that data of the male group was higher than the female group for each body components. There was no significant difference in body fat mass values (p=0.88; t=-0.10). In conclusion, it was observed that sex have effects on body components of professional league handball players. It can be said that male handball players have high levels of body components such as body fat, protein, mineral, muscle mass and basal metabolic rate according to female players. Further research is also needed to assess the body components of professional players.

Keywords: Body components, body fat, protein, mineral, muscle mass, basal metabolic rate

MƏŞRƏB, MƏZHƏB VƏ TƏRİQƏTLƏR

AMEA akad.Z. M. Bünyadov adına Şərqşünaslıq İnstitutunun İran filologiyası şöbəsinin aparıcı elmi işçisi**, dos. R.N.Rzayeva.**

Açar sözlər: İslam, təsəvvüf, məşrəq, məzhəq, təriqət.
Ключевые слова: Ислам, Суфизм, Машрек, Мажак, секта.
Key words: Islam, Sufism, Mashreq, Mazhaq, sect.

Xülasə

Məqalədə müsəlman Şərqinin mədəni-mənəvi və sosial-siyasi həyatına təsir göstərən ən mühüm amillərdən biri olan sufizm, onun yayılma tarixi, yayılma ərazisi, ondakı məşrəb, məzhəb, təriqət kimi anlayışların izahı öz əksini tapmışdır. Məşrəq, məzhəb, təriqət kimi anlayışlar izah olunaraq müəyyən mənada oxucuya çatdırılmışdır. Təqdim olunmuş bu məqalədə qısa da olsa, müəyyən tyəriqətlərdən söz açılmış, onların təməlini qoymuş sufilərdən bəhs edilmişdir. Yazıda sufiliyin Azərbaycanda yayılmasından, bu ərazidə müxtəlif təriqətlərin yaranması və yayılmasından bəhs edilir. Artıq, dediyimiz kimi, Azərbaycanda sufiliyin geniş yayılmış olduğu bir faktdır. Məqalədə bu ərazidə yayılmış, sührəverdiyyə, əbrəhiyyə, əbhədilik, xəlvətilik, əvhədiyyə, zahidiyyə, səfəviyyə kimi təriqətlər haqqında məlumat verilmiş, onların kimlər tərəfindən yaranması və inkişaf etdirilməsi öz əksini tapmışdır. Bu təriqətlərin ortaq və fərqli fikirləri, ümumi və fərdi xüsusiyyətləri müəyyən qədər nəzərə çatdırılmışdır.

МАШРАБ, СЕКТА И СЕКТА

Ведущий научный сотрудник отдела «Иранской филологии» НАНА, Институт Востоковедения имени академика З.М.Буньядова
доц.Рзаева Р. Н.

Резюме

Основная ведущая идея представленной статьи – распространение ислама в Азербайджане и исключительная заслуга суфизма в этом процессе. В статье отражено влияние суфийских идей на принятие и распространение ислама на территории Азербайджана, а также широкое распространение и развитие этого движения на территории Азербайджана. Таким образом, суфизм с момента своего зарождения широко распространился в Азербайджане и даже стал центром этого учения. Некоторые секты суфизма возникли в Азербайджане и оттуда

распространились по всему исламскому миру. Здесь также упоминаются имена многих суфиев, а также обращаются внимание на их исключительные заслуги в развитии этого направления.

Кроме того, было отмечено, что все религиозные учения в советское время

Суфизм игнорировался, поскольку он оставался в тени. Однако в период независимости суфизму стало уделяться особое внимание, и это учение стало глубоко изучаться и исследоваться. Несомненно, это можно назвать лишь началом работ gprule.

MASHRAB, SECT AND SECT

Named after Acad. Z.M. Bunyadov of ANAS
Institute of Orienta Studies, Iran leading scientist
of the philologydepartment employee,
Assoc. R. N. Rzayeva.

Summary

In the article, Sufism, one of the most important factors affecting the cultural-spiritual and socio-political life of the Muslim East, the history of its spread, the area of its spread, and the explanation of concepts such as mashrab, sect, and sect are reflected in the article. Concepts such as Mashreq, sect, and sect were explained and conveyed to the reader in a certain sense. In this presented article, although it is short, certain sects have been mentioned and the Sufis who laid their foundation have been mentioned. The article talks about the spread of Sufism in Azerbaijan, the emergence and spread of various sects in this area. As we said, it is already a fact that Sufism is widespread in Azerbaijan. The article provides information about sects such as Suhrawardiyya, Abrahiyya, Abhadiya, Khalwatiya, Ahwadiyya, Zahidiyya, Safaviyya, and by whom they were created and developed. Common and different views, general and individual characteristics of these sects have been given some consideration.

Müsəlman Şərqinin mədəni-mənəvi və sosial-siyasi həyatına təsir göstərən ən mühüm amillərdən biri sufizm olmuşdur. Zöhddən keçən bu təlim təsəvvüf və daha sonra təriqətlər olaraq formalaşmışdır.

İslam şərqində orta əsrlərə aid bədii söz sərvətinin mühüm bir qolunu da, məhz, təriqət ədəbiyyatı təşkil edir. Ümumiyyətlə, təriqət ədəbiyyatı bu dövrün bədii-fəlsəfi düşüncəsində, dini-ədəbi məfkurəsində o qədər önəmli yer tutur ki, bütün orta əsrlər müsəlman aləminin söz sənətini və bədii sərvətini təriqət ədəbiyyatı olmadan təsəvvür etmək mümkün deyildir. Bu tipdə yazılan əsərlərin həm kəmiyyəti, həm də keyfiyyəti o dərəcədə diqqətəlayiq və əhəmiyyətlidir ki, bunsuz

islam şərqindəki ədəbiyyat bağı yoxsul və ən dadlı meyvələrini itirmiş bağa bənzəyərdi. (Yaqub Babayev TƏRİQƏT ƏDƏBİYYATI: SUFİZM, HÜRUFİZM Bakı «Nurlan»2007 128 səh. s.5)

Təsəvvüf orta əsr Şərqində qısa bir zamanda çox geniş yayılmışdır. Sufiliyin belə geniş yayılmış ərazidə, şübhəsiz ki, təriqətlər, məktəblər də yaranmaqda idi. (Seyid Yəhya Bakuvi. Şəfa əl-Əsrar. Bakı-2013.408səh. s.41-42)

Təsəvvüfdən söz açıb məşrəb, məzhəb və təriqət kimi terminlərin şərh etməmək mümkün deyildir.

Məşrəbin lüğəti mənası:

1) su içilən yer və ya su içilən qab;

2) xasiyyət, yaradılış, təbiət;

3) həvəs, meyldir.

İnsanlar fərqliağılvəanlayışa sahib olduğu üçün,Yaradıcını öz təbiətinə, öz idrakına uyğun şəkildə qavrayır. Çünki insan çox vaxt bilmədiklərini də həqiqət kimi qəbul edir. Həmin səbəbdən, Allahu-Təalə yer üzünü heç vaxt kitabsız, peyğəmbərsiz, vəlisiz, müctəhidsiz və alimsiz qoymayıb. Hər kəs ilahi bulaqdan müxtəlif tərzdə və müxtəlif qablarda su içdiyi üçün, məşrəb insanın eyni həqiqəti təfərrüatı ilə fərqli şəkildə anlaması deməkdir.

Məzhəbin lüğəti mənası gedilən yol, mənimsənilən metod və dini görüşlərdir. Onun dini mənası isə müctəhid bir alimin fikir və görüşlərini (baxışlarını) mənimsəyən insanların yaratdığı dini istiqamət, məktəbdir. Məzhəblərin mövcudluğu ona görə vacibdir ki, hər kəs Quran və sünnətdən ortaya çıxan yeni şəriət məsələlərindən sərbəst şəkildə hökm çıxara bilmir._Bütün İslam alimlərinin yekdil rəyinə görə, 5 məzhəb imamı - Cəfər əs-Sadiq (v.e.765), Əbu Hənifə (v.e.767), Maliki ibni Ənəs (v.e.795), Əş-Şafii (v.e.820) və Əhməd ibni Hənbəl (v.e.855) müctəhidi mütləqdir. İslam dünyasının birmənalı qəbul etdiyi məlum beş mütləq müctəhiddən sonra Ət-Təbəri (v.e.923) istisna olmaqla, heç bir alim bu iddiada olmayıb.

Müsəlman alimlərinin yekdil fikrinə görə, hicrətdən (622-ci ildən) 400 il keçdikdən sonra heç bir mütləq müctəhid yetişmədiyi üçün, bu tarixdən sonra gələn yeni müctəhiddən söz açmaq da olmaz.

İslamda 5 məzhəb iman əsaslarında vahid mövqedən çıxış edib. Məzhəb müxtəlifliyi yalnız əməl və ibadət ayinlərilə bağlıdır. Əslində məzhəblərin əmələ gəlməsi və onların arasındakı müxtəliflik zamanın tələblərindən meydana gəlib.

Qeyd edək ki, İslamda 500-ə yaxın təriqətlər mövcud olub. Bunların əksəriyyəti bu gün də fəaliyyətdədir. Mənbələrə görə, banisi Seyyid Abdullah Əl Əsədi (v.e.VII əsr) olan Əsədiyyə təriqəti ilk təriqətlərdəndir.

Xəlil Dəvəli oğlu (v.e.1933) tərəfindən Tarsusda əsası qoyulan Bibəriyyə təriqəti isə klassik təriqətlərin sonuncusudur.

Təriqətin lüğəti mənası:

1) yol,məslək;

2) hakim dindənayrılaraq yeni məzhəb qəbul etmiş adamlardan ibarət dini cəmiyyətdir.

Təriqətin birinci mənası insanları mənən kamilləşdirmək, yüksəltmək üçün təsəvvüf alimlərinin yoludur.

Təriqətin ikinci mənası,yəni hakim dindən ayrılaraq, yeni məzhəb qəbul etmiş dini cəmiyyətdir. Əslində, İslamın əmr və tövsiyələrinə öz mənafeyi prizmasından baxan belə cəmiyyət və firqələr dini siyasətə alət edən radikal təmayüllü qurumlardır.

(http://www.anl.az/down/meqale/baki_xeber/2012/may/251694.htm) **(Vaqif Cəliloğlu Bakı xəbər.- 2012.- 14 may.- S.15.)**

Məlum faktdır ki, Azərbaycan ərazisində də bir çox təriqətlər mövcud olmuşdur. Azərbaycanlı sufilərin yaratdığı təriqətlərdən ilki *Sührəverdiyyədir.* Şihabəddin Yəhya Sührəvərdi (fars. شهاب‌الدین سهروردی) — tam adı *Şihabəddin Əbülfütuh Yəhya ibn Həbəş ibn Əmirək Sührəvərdi* olan XII əsr Azərbaycan və İran filosofu, sufi, İşraqilik fəlsəfi məktəbinin banisidir.

İslam mistisizminin ən mühüm nümayəndələrindən biri olan Sührəvərdi eyni zamanda *"Şeyx əl-Məqtul"* (öldürülmüş şeyx) və *"Şeyx əl-İşraq"* ləqəbləriylə də tanınmışdır. İşraqilik qədim yunan, fars və təsəvvüf fəlsəfəsini özündə birləşdirən təlimdir. Yunan filosofu Platiniusun daha çox önəm verdiyi emanasiya nəzəriyyəsi işraqiliyin özəyini təşkil edir. Bu təlimdə bütün bəşəriyyət, canlılar Vahiddən – küll halında olan İşıqdan ayrılan zərrələr şəklində təsəvvür edilir. Zərrələr mənbəyinə yaxın olduqca daha da parlaqlaşır, ondan ayrıldıqca isə tədricən sönür və qaranlığa keçir. İşraqi təlimində bütün zərrələr Vahidə tərəf yönəlir, onunla qovuşmağa can atır. Hər insan öz içində o zərrəsini daşıyır. Əslində insan ruhu elə həmin zərrənin özüdür və o hər zaman Günəşə doğru can atır. Ona görə də bu dünyada Günəşdən ayrı olduğu üçün özünü əsarətdə hiss edir. Zərrə öz Küllünə qovuşanda əbədi səadət qazanır. İşraqiliyin bütün prinsipləri Sührəvərdinin "İşıq haqqında", "İşraq hikməti" və "İşığa dair traktat" əsərlərində verilib. Onun fikrincə, bütün mövcudiyyət öz

başlanğıcını vacib varlıqdan, yaxud da İşıqlar İşığından alıb. Burada sufizmin "vəhdəti-vücud", yunan fəlsəfi məktəbinin emanasiya, fars mədəniyyətinin isə zərdüştlük nəzəriyyələri birləşir. İşraqilik həm də bununla türk, fars, ərəb və yunan düşüncə tərzini birləşdirməklə, dünyanı eyni təfəkkür altına cəm etməyi düşünürdü. Onun "İşıq heykəlləri", "Filosofların görüşləri", "Eşqin həqiqəti, yaxud aşiqlərin munisi", "İşıqnamə", "Ürəklər bağı", "İşraq fəlsəfəsi", "Cəbrayıl qanadının sirri" kimi fəlsəfi məzmunlu əsərləri bu gün də tam olaraq araşdırılmayıb. Halbuki Sührəvərdi bu əsərlərində fəlsəfə tarixində bir neçə ilkin əsasını qoyub. Məsələn, o, ilk dəfə olaraq, "İşraq fəlsəfəsi" kitabında İşıqlar işığının sayəsində Vahiddən qopan vücudların mücərrəd işıq olması haqqında müddəa irəli sürür. O, İşıqlar işığından mücərrəd işığın qopduğunu sübut edən müddəa üzərində geniş dayanır. Xalq dilində desək, onun işıq adlandırdığı insanlar maddi deyil, mücərəddir. Cisim olaraq maddi varlıq kimi bilinən insan özündə mücərrəd ruhu gəzdirir. Sührəvərdi təlimində insan həm də Günəş şüasına bənzədilir. Çünki Günəş şüaları ondan ayrılıb Yer səthinə doğru gəlsə də, yenə də ona qayıdır.

(Şihabəddin Yəhya SÜHRƏVƏRDİ Dahi alimləri tanıyaq. Elm və İnnovativ Texnologiyalar Jurnalı Nömrə 8, 2019. 107- 111)

Sührəverdi bu fəlsəfi-irfani «işraqilik» təlimini otuz yaşında ikən Qurani-Kərimin «Allah göylərin və yerin nurudur» (2, 212) ayəsindən ilham alaraq yaratmışdır. Qərbdə bu təlimi «illuminationism» adlandırırlar. Sührəverdi nurla zülmətin metafizikasına əsaslanan işraqiliyin izahını «Hikmət əl-işraq» (İşraqın hikməti) və «Həyakil əl-nur» (Nur heykəlləri) əsərlərində vermişdir. İşraq fəlsəfəsinə görə, Allah nur kimi, bütün aləm isə onun şəfəqləri kimidir. Hər şey Allahın nurunun təcəlləsidir.

(https://islam.az)

Şihabəddin Yəhya Sührəvərdinin onlarla əsərinin müxtəlif tarixdə köçürülmüş yüzə yaxın əlyazma nüsxəsi dünyanın otuzdan çox kitabxanası, əlyazmaları fondunda saxlanılır. Onların əksəriyyəti AMEA, Əlyazmalar İnstitutunda, Sankt-Peterburqda Şərqşünaslıq İnstitutunda, Türkiyədə Sultan Fateh, Yusif Ağa, Əsəd Əfəndi, Saray III Əhməd, Raqib, Rza Paşa, Aşir, Cərullah, Aya Sofiya Muzeyi, İstanbul Universiteti, Laləli, Nuri Osmaniyyə, Emniyyə, Şəhid Əli Paşa kitabxanalarında, İranda Astan-qüds Rəzəvi, Səltənət, Milli, Şura Məclisi, Tehran Universiteti, Sepəhsalar ali mədrəsəsi, Firdovsi milli kitabxanalarında, Suriyada Zahiriyyə, Misirdə Xidiviyyə, Dar əl-kütub, Bələdiyyə kitabxanalarında, İraqda Bağdad universiteti kitabxanasında, Hindistanda Bankipur kitabxanasında, İngiltərədə Britaniya

muzeyi kitabxanasında və Fransada Paris Milli Kitabxanasında saxlanılır. (https://az.wikipedia.org/wiki/Şihabəddin_Yəhya_Sührəvərdi)

Sührəverdiyə təriqəti ilk dövrlərdən etibarən İslam dünyasında ən geniş yayılan təriqətlərdən olmuşdur. Əvvəlcə Bağdad və Şam ətrafında yayılmış, daha sonra da İran, Anadolu, və Türkistan tərəflərində vüsət tapmışdır və daha sonra daha geniş şəkildə Hindistanda yayılmışdır. (Seyid Yəhya Bakuvi. Şəfa əl-Əsrar. Bakı-2013.408 səh. s.43)

Sonra Əbdülqahir Sührəverdinin davamçılarından olan Qütbəddin Əbrəhi (v.1225) *Əbhəriyyə* təriqətini qurmuşdur. Şeyx Qütbəddin Azərbaycanın Əbhər qəsəbəsindən olmuşdur. Elm və təhsilini Marağa və Bağdadda almış, sonra Əbdülqahir Sührəverdidən icazə alaraq Xarəzmə getmiş və orada fəaliyyət göstərmişdir. Daha sonra o Şama getmiş, orada bir təkkə təsis edərək ömrünün sonuna-1225-ci ilədək orada yaşayıb, fəaliyyət göstərmişdir. Qəbri də elə öz təkyəsinin içərisindədir. (https://az.wikipedia.org/wiki/Qütbəddin_Əbhəri)

Bu təriqət Şeyx Qütbəddinin vəfatından sonra xəlifələri tərəfindən Bağdad, Şam və Azərbaycanda yayılmışdır. Təriqətin fəaliyyətinin davamı Məhəmməd Riknəddin Sincani tərəfindən həyata keçirilmişdir. Bu şeyx Cənubi Azərbaycanda doğulmuş, Təbriz və Marağada böyümüş, Bağdadda təhsil almışdır. Riknəddin dövrünün hörmətli simalarından olmuş, bir çox alim, əmir və təqva sahibi onun müridi olmuşdur. O, "Kəlimati Camiül-Əsrar" və "Nəsayihi Camiül-ənvar" adlı iki risalə yazmışdır. Rikəddin 1230-cu ildə Bağdadda vəfat etmişdir. Onun yetişdirdiyi sufilər olduqca nüfuzlu, hörmətli, böyük şəxsiyyətlər olmuşlar. Bunlar: İşraqi fəlsəfəsinin qurucusu Şihabəddin Yəhya Sührəverdi (Məqtul) (v.1193), Şəms Təbrizi (1185-1247), Əvhədilik təriqətinin qurucusu Şeyx Əvhəddin Kirmani və Şeyx Şihabəddin Təbrizidir.

Şeyx Şihabəddinin Təbrizə gəlməsindən sonra Əbhəriyyə təriqəti Azərbaycanda yayılmışdır. Əbhəriyyə təriqəti Seyid Əbülhəsən Məhəmməd Camaləddin Təbrizi ilə bu bölgədə davam etmişdir. Camaləddin Təbrizi təhsilini Camiül-Əzhərdə tamamladığı üçün "Əzhəri" deyə tanınmışdır. Daha sonra Azərbaycanın Lənkəran və Astara şəhərləri arasında yerləşən Pensər qəsəbəsinə gəlmiş, burada bir təkkə təsis edərək irşad ilə məşğul olmuşdur. Şeyx Camaləddin 1358-ci ildə vəfat etmiş və onun qəbiri bu gün də ziyarət edilir. Camaləddin Təbrizinin Xəlvətiyyə təriqətinin Şirvana gəlməsində müstəsna xidməti olmuşdur. Onun yetişdirdiyi xəlifələrdən ən məşhuru, həm də onun davamçısı Şeyx İbrahim Zahid olmuşdur. Seyid Camaləddinin nəvələrindən Seyid Niku (Şeyneku) da Cənubi Astara-Talış bölgəsində fəaliyyət göstərmişdir. (Seyid Yəhya Bakuvi. Şəfa əl-Əsrar. Bakı-2013.407səh. s.44)

Xəlvətilik – İslamda ən geniş yayılmış sufi təriqətlərindən biridir. X əsrdə Əbdülqahir Sührəverdidən etibarən təşəkülə başlamış xəlvətilik sufi məktəbinin əsası lənkəranlı İbrahim Gilani və şirvanlı Ömər Xəlvəti tərəfindən qoyulmuşdur.

Azərbaycanda təsəvvüf sahəsində yetişmiş görkəmli şəxsiyyətlərdən biri olan Seyid Yəhya Bakuvi və onun yenidən təsis etdiyi xəlvətilik XV əsrdən etibarən ədəbi, fəlsəfi, ictimai və siyasi sahələrdə böyük təsirə malik olmuş və müsəlman aləmində geniş şəkildə yayılmışdır. (https://az.wikipedia.org/wiki/Xəlvətilik)

Əbrəhiyyə təriqətinin davamı olaraq *Əvhədiyyə və Zahidiyyə* təriqətləri yaranmışdır. Həririzadənin "Tibyan" əsərində bir təriqət kimi zikr etdiyi zahidiliyin piri İbrahim Zahid Gilanidir. O 1218-ci idə Azərbaycanda Lənkəranın Siyavərud kəndində doğulmuşdur. Bir çox yerləri gəzdikdən sonra Astara yaxınlığındakı Pensər qəsəbəsinə gələrək Şeyx Cəmaləddinin müridi olmuş və burada qırxdan artıq ərbain (çilə) çıxararaq seyri-sülukunu tamamlamışdır. Dha sonra Sıxarkəran kəndinə gəlib, buradakı xanəgahında uzun müddət yaşayaraq bir çox mürid yetişdirmişdir. (Seyid Yəhya əş-Şirvani əl-Bakuvi və Şəfa əl-Əsrar. Nəşrə hazırladı

Mehmet Rıhtım. "Elm" Bakı-2013.408səh.s.45)

Şübhəsiz ki, Azərbaycanda yaranmış ən önəmli təriqət *Xəlvətiyyə* olmuşdur. *Xəlvətiyyə* XIV əsrdə tamamilə bu ərazinin mənəvi mühitində doğulmuş xüsusi və böyük bir irfani məktəb olmuşdur.(Seyid Yəhya Bakuvi. Şəfa əl-Əsrar. Bakı-2013.407səh. s.46) *Səfəviyyə* Azərbaycanın cənubunda yayılmışdırsa, Xəlvətiyyə Şirvanda təşəkkül tapıb İslam dünyasına yayılmışdır. Bu təriqətin ilk qurucusu kimi qəbul edilən *piri-əvvəl Əbu Abdullah Siracəddin Ömər əl-Xəlvəti* Şirvanın Şamaxı və Lahıc qəsəbələri arasında yerləşən Avahul kəndindən olmuşdur. Pir Ömərin tez-tez insanlardan uzaqlaşıb, meşəlikdə, dağlarda xəlvətə çəkilib ibadət etməsinin nəticəsi olaraq bu təriqət Xəlvətilik adını almışdır. Sonralar bu təriqət onun yetişdirdiyi mürid və xəlifələr tərəfindən davam etdirilmişdir. Onlardan Teymurun yürüşü zamanı Şirvandan ayrılıb Anadoluya getmiş Əxi Mirəminin, uzun müddət onun yanında dərvişlik etmiş müridi İzzəddin Türkmanini adlarını çəməmək olmaz. İzəddin Türkmani uzun müddət Əxi Mirəminin yanında müridlik etdikdən sonra şeyxi tərəfindən Buxaraya göndərilmiş və orada bir zaviyə və məscid inşa edərək xalqı irşad etməklə məşğul olmuşdur. İzzədin Ömər Şirvani, İbrahim Qubadi və Sədrəddin kimi şeyxləri yetişdirmişdir. Bunlardan Şeyx Sədrəddin dəyərli müridlər yetişdirməklə Xəlvətiliyin Şirvanda yayılmasıa xidmət göstərmişdir. Teymur tərəfindən Şirvana qazı olaraq təyin olunmuş Amasiyalı Şeyx İlyas isə onun müridi olub Xəlvətiliyi Anadoluya keçirərək təriqəti Amasiya və

ətrafda yaymışdır. Xəlvətilik təriqətinin əsas qurucusu Piri-sani, yəni ikinci pir deyə məşhur olan Seyid Yəhya Şirvani-Bakuvi olmuşdur. Deyilənlərə görə onun iyirmi minə yaxın müridi olmuşdur, amma onlardan ancaq üç yüz altmışına icazat vermişdir. Bunlardan bəzi məşhurları bunlardır: Məhəmməd Bahəddin Ərzincani, Dədə Ömər Rövşəni, Həbib Karamani, Şeyx Şükrullah, Əlaəddin Rumi, Fəthullah Şirvani, Nəsrullah Şirvani,Yusif Ziyaəddin Müsküri, Seyid Əhməd Sünnəti, Cankırılı Şeyx Həmzə və başqaları.

Xəlvətilik təriqəti XV əsrdən etibarən Seyid Yəhyanın müridlərinin vasitəsilə Azərbaycan, Anadolu, İran, Orta Şərq, Şimali Afrika, Türkistan, Hindistan və Balkan yarımadasında geniş şəkildə yayılmışdır. Xəlvətiyyə Türk və İslam dünyasının ən böyük sufi məktəblərindən biri olmuşdur. Bu təriqət Seyid Yəhyanın ölümündən bir əsr sonra qırxdan çox şöbə və qola sahib, ən çox üzvü və təkkəsi olan məktəb olmuşdur.

Seyid Yəhya Bakıdan başqa Şamaxı, Quba-Xaçmaz, Gəncə, Bərdə və Qarabağda xəlifələri vasitəsilə fəaliyyət göstərmişdir. Oğlu Fətullah atasının ölümündən sonra bir il onun yerində şeyxlik etmişdir. Daha sonralar Şeyx Şükrüllah, Şeyx Qiyasəddin ibn Kəmaləddin təriqətə başçılıq etmişlər.

Azərbaycanın Quba-Xaçmaz bölgəsində Yusif Ziyaəddin Müsküri (məxdum) bir təkkə quraraq fəaliyyət göstərmişdir. Müskiridən sonra ardıcıllıqla Məhəmməd Rükki (v.1497/98), Şahqubad Ləkki Şirvani (V.1543/44), Əbdülməcid Şirvani (v.1564/65) burada fəaliyyət göstərmişlər. Müskürinin və digər şeyxlərin qəbirləri Şıxlar kəndindədir. Bundan başqa Qubanın Pirvahid kəndindəki "66 övliya" adı ilə tanına qəbiristanlığındakı xəlvətilərə aid qəbirlər də buraların da təriqət mərkəzi olduğuna dəlalət edir.

Azərbaycanda son xəlvəti şeyxi XIX əsrin başlanğıcında Quba-Xaçmaz bölgələrində fəaliyyət göstərən Seyid Qasım Qubavi olmuşdur.(49)

Seyid Yəhyanın xəlifəsi Dədə Ömər Rövşəni (v.1487) Azərbaycanın Bərdə, Gəncə və ümumiyyətlə, Qarabağda fəaliyyət göstərmişdir. Dədə Ömər Rövşəni 1468-ci ildə Uzun Həsən tərəfindən Təbrizə dəvət edilmiş və burada Xəlvətiliyin Rövşəniyyə qolunu qurmuşdur. O bu təriqətin davamçıları olacaq İbrahim Gülşəni, Şeyx Dəmirdaş, Şahin Xəlvəti, Şahin Bayatı Mahmudoğlu kimi şəxsiyyətləri burada yetişdirmişdir. Dədə Ömərdən sonra onun işini İbrahim Gülşəni (v. 1533/34) davam etdirmişdir.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1.YAQUB BABAYEV TƏRİQƏT ƏDƏBİYYATI: SUFİZM, HÜRUFİZM Bakı «Nurlan»2007 128 səh. s.5)

2. Quran-i Kərim, Z.M.Bünyadov, V.M.Məmmədəliyev Bakı. “Qismət” 2004 390səh.
3. Seyid Yəhya Bakuvi. Şəfa əl-Əsrar. Bakı-2013.408səh. s.41-42
4. Şihabəddin Yəhya SÜHRƏVƏRDİ Dahi alimləri tanıyaq. Elm və İnnovativ Texnologiyalar Jurnalı Nömrə 8, 2019. 107- 111
5.https://az.wikipedia.org/wiki/Şihabəddin_Yəhya_Sührəvərdi
6.http://www.anl.az/down/meqale/baki_xeber/2012/may/251694.htm
7. https://islam.az
8.https://az.wikipedia.org/wiki/Qütbəddin_Əbhəri
9. https://az.wikipedia.org/wiki/Xəlvətilik

TƏHSİL MÜƏSSİSƏLƏRİNDƏ KEYFİYYƏT MƏDƏNİYYƏTİNİN FORMALAŞMASI

Şəbinur Aslanova
Bakı Slavyan Universiteti, magistr
Baku Slavic University, master
ORCID ID: 0009-0002-6019-1649

ÖZET

Təhsil müəssisələrində keyfiyyət mədəniyyətinin formalaşması, ali təhsil sisteminin inkişafı, təhsil prosesinin səmərəliliyi və elmi-tədqiqat fəaliyyətlərinin yüksək səviyyədə həyata keçirilməsi baxımından olduqca vacib bir məsələdir. Təhsil müəssisələrində keyfiyyət mədəniyyətinin formalaşması, tədrisin hər bir səviyyəsində yüksək standartların tətbiqi və inkişafı ilə bağlıdır.Keyfiyyət mədəniyyəti, yalnız təhsil prosesinin effektivliyini artırmaqla yanaşı, həm də bu prosesin sosial, iqtisadi və mədəni aspektlərini əhatə edən, davamlı inkişaf və dəyişikliklərə uyğunlaşa bilən bir yanaşmadır. Bu yanaşma, təhsil müəssisələrinin yalnız bilik verməkdən ibarət olmadığını, həm də tələbələrin sosial və peşə bacarıqlarını inkişaf etdirmək, onları gələcək həyatlarında uğurlu və məsuliyyətli vətəndaşlar kimi yetişdirmək kimi məqsədləri də önə çıxarır.

Keyfiyyət mədəniyyətinin formalaşması üçün təhsil müəssisələrinin və tədris heyətinin, eləcə də tələbələrin hər biri öz rolunu dərk etməli və bu istiqamətdə məqsədli fəaliyyətlər həyata keçirməlidir. Bu mövzunun aktuallığı dəyişən təhsil tələbləri və qlobal təhsil bazarının tələbləri ilə əlaqədardır. Təhsil müəssisələri öz missiyasını və vizyonunu müəyyən edərək, bunlara uyğun keyfiyyətli təhsil proqramları, tədris metodları və müasir texnologiyaların tətbiqini təmin etməlidir. Eyni zamanda, təhsil keyfiyyətinin davamlı olaraq qiymətləndirilməsi və inkişaf etdirilməsi üçün monitorinq və geri bildirim mexanizmləri yaradılmalıdır.

Beləliklə, keyfiyyət mədəniyyətinin təhsil müəssisələrində formalaşması, təkcə akademik nailiyyətləri deyil, həm də sosial, iqtisadi və mədəni dəyişiklikləri nəzərə alaraq, təhsil sistemini gücləndirmək üçün əhəmiyyətli bir addımdır. Bu prosesdə təhsil işçilərinin, tələbələrin və cəmiyyətin aktiv iştirakı vacibdir.

Açar sözlər: təhsil sistemi, keyfiyyət, mədəniyyət, formalaşma.

FORMATION OF QUALITY CULTURE IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

ABSTRACT

The formation of a quality culture in educational institutions is a very important issue in terms of the development of the higher education system and the implementation of scientific and research activities at a high level. Quality culture is an approach that not only increases the

effectiveness of the educational process, but also covers the social, economic and cultural aspects of this process, and is able to adapt to continuous development and changes. This approach emphasizes that educational institutions are not only about imparting knowledge, but also about developing the social and professional skills of students, and training them as successful and responsible citizens in their future lives.

In order to form a quality culture, each of the educational institutions and teaching staff, as well as students, must understand their role and carry out purposeful activities in this direction. Educational institutions must determine their mission and vision and ensure the application of quality educational programs, teaching methods and modern technologies in accordance with them. At the same time, monitoring and feedback mechanisms must be created for the continuous assessment and development of the quality of education.

Thus, the formation of a quality culture in educational institutions is an important step to strengthen the education system, taking into account not only academic achievements, but also social, economic and cultural changes. The active participation of educators, students and society is essential in this process.

Keywords: Higher education system, quality, culture, formation.

GİRİŞ

Keyfiyyət mədəniyyəti, təhsil müəssisələrində tələbə məmnuniyyətinin artırılması, dərs proseslərinin müasir tələblərə uyğunlaşdırılması, tədrisin səmərəliliyinin yüksəldilməsi və ümumilikdə təhsil fəaliyyətinin davamlı inkişafı üçün vacibdir. Bu mədəniyyətin əsas məqsədi, hərtərəfli inkişaf və yüksək standartların tətbiqinə yönələn bir iş şəraitinin yaradılmasıdır. Keyfiyyət mədəniyyətinin formalaşması, yalnız akademik müvəffəqiyyətlə əlaqəli deyil, həm də təşkilatın idarə edilməsi, tələbə və müəllim münasibətləri, resursların bölüşdürülməsi və sosial məsuliyyətin təmin edilməsi ilə bağlıdır.

ARAŞDIRMALAR

Son illərdə dünya miqyasında təhsil sistemlərində sürətli dəyişikliklər baş verməkdədir. Bu dəyişikliklər, xüsusilə informasiya və kommunikasiya texnologiyalarının inkişafı, qlobal miqyasda iqtisadi və sosial transformasiyalar, həmçinin yeni təhsil tələbləri ilə əlaqədar olaraq, təhsil müəssisələrinin qarşısında bir çox yeni çağırışlar qoymuşdur. ADU nəzdində çap olunan "Keyfiyyət siyasəti və mədəniyyəti" jurnalında bildirilir ki, bu çağırışlar, təhsil sisteminin

keyfiyyətini artırmağa yönəlmiş innovativ yanaşmaları, idarəetmə strukturlarının təkmilləşdirilməsini və tədris metodlarının yenilənməsini zəruri edir [1, s 12].

Bu kontekstdə, Robert Kegan və Lisa Laskow Lahey "Quality Management in Higher Education: Developing a Culture of Excellence" kitabında yazırdı. Onun fikrincə, təhsil müəssisələrində keyfiyyət mədəniyyətinin formalaşması və inkişaf etdirilməsi, təhsil siyasətinin ən önəmli məsələlərindən biri olaraq çıxış edir. Keyfiyyət mədəniyyəti, təhsil müəssisələrinin inkişafı, idarə edilməsi və müvafiq olaraq tələbə məmnuniyyəti ilə əlaqədar olan bütün proseslərin uğurla idarə olunmasını təmin edən bir anlayışdır. Bu mədəniyyətin formalaşması isə, yalnız təhsil proseslərinin keyfiyyətini artırmaqla yanaşı, təhsil müəssisələrinin beynəlxalq miqyasda rəqabət qabiliyyətini yüksəltmək, müasir tələblərə uyğun yeni təhsil yanaşmalarını tətbiq etmək və daha mükəmməl bir təhsil mühiti yaratmaq məqsədini güdür [5, s 89].

Keyfiyyət mədəniyyəti, təhsil müəssisələrində müvəffəqiyyətli idarəetmənin və effektiv tədrisin əsasını təşkil edir. Bu mədəniyyət, universitetlərin və digər təhsil müəssisələrinin idarəetmə sisteminə, tədris proqramlarına, müəllimlərin peşəkar inkişafına və tələbələrin akademik fəaliyyətlərinə təsir edən, dinamik və çoxşaxəli bir prosesdir. Eyni zamanda, keyfiyyət mədəniyyətinin formalaşması, yalnız yüksək səviyyəli tədris xidmətinin təmin edilməsi ilə deyil, həm də təhsil müəssisələrindəki bütün strukturların bir-biri ilə sıx əlaqədə işləməsini, mütəmadi olaraq yeniliklərə uyğunlaşmasını və daimi inkişafı hədəfləməsini tələb edir.

Təhsil sistemində keyfiyyət mədəniyyətinin əhəmiyyəti, yalnız tədrisin effektivliyini artırmaqla məhdudlaşmır, eyni zamanda təhsil müəssisələrinin sosial məsuliyyətini də ön plana çıxarır. Təhsil, cəmiyyətin inkişafında əsas hərəkətverici qüvvədir və bu, yalnız yüksək keyfiyyətli təhsil proqramları və müasir tədris metodları ilə mümkündür. Təhsil müəssisələrinin keyfiyyətinə verilən önəm, həm də tələbələrin şəxsi inkişafına, onların gələcək peşə həyatına və cəmiyyətə faydalı fərdlər olaraq yetişməsinə böyük təsir göstərir.

Təhsil, cəmiyyətin inkişafını yönləndirən əsas amillərdən biridir və təhsil sisteminin keyfiyyəti, bir ölkənin gələcəyini formalaşdırmaqda mühüm rol oynayır. Keyfiyyət mədəniyyəti isə təhsil sistemində bu keyfiyyətin təmin edilməsinə yönəlmiş, davamlı və çoxşaxəli bir yanaşmadır. Təhsildə keyfiyyət mədəniyyətinin yeri və inkişafı, yalnız tədris prosesinin effektivliyini artırmaqla kifayətlənmir, həm də təhsil müəssisələrinin ümumi idarəetmə strukturunun, sosial məsuliyyətinin və müasir tələblərə uyğunlaşmasının təmin olunmasına xidmət edir.

Keyfiyyət mədəniyyətinin təhsil sistemindəki yeri.

Louise Morley, "Assuring Quality in Higher Education: Key Issues and Challenges" məqaləsində keyfiyyət mədəniyyəti təhsil sahəsində çox vacib bir anlayış olduğunu bildirmişdir. Çünki bu, yalnız tədris proqramlarının məzmununun yaxşılaşdırılması ilə deyil, həm də təhsil müəssisələrinin idarəetmə sistemlərinin optimallaşdırılması ilə əlaqəlidir. Keyfiyyət mədəniyyəti, təhsil müəssisəsinin bütün sahələrində, o cümlədən tədris, idarəetmə, tələbə xidməti, tədqiqat və inkişaf sahələrində tətbiq edilən ümumi bir yanaşmadır. Bu yanaşma, təhsil prosesində müvafiq standartlara riayət etməklə yanaşı, tələbələrin və müəllimlərin inkişafını, eləcə də təhsil təşkilatlarının mütəmadi olaraq öz proseslərini təkmilləşdirməsini təmin edir [3, s 78].

Təhsil müəssisələrində keyfiyyət mədəniyyətinin formalaşması, əslində bir növ təşkilat mədəniyyəti ilə əlaqəlidir. Bu mədəniyyət, müəllimlərin, tələbələrin, idarəedicilərin və digər bütün maraqlı tərəflərin təhsil prosesinə qarşı müsbət yanaşmasını formalaşdırır və onları təhsilin keyfiyyətinin artırılması üçün birgə işləməyə təşviq edir. Bu mədəniyyətin əsasını təşkil edən əsas amillərdən biri, təhsil müəssisəsinin hər bir səviyyəsində açıq kommunikasiya, əməkdaşlıq və dəstək göstərməkdir. Həmçinin, bu yanaşma, təhsil sistemində şəffaflığın və məsuliyyətin artırılmasına, qərar qəbul etmə prosesində müəllimlərin və tələbələrin daha fəal iştirakına imkan verir.

Təhsil müəssisələrində keyfiyyət mədəniyyətinin vacibliyi

Təhsil müəssisələrində keyfiyyət mədəniyyəti, yalnız tədrisin səviyyəsini artırmaqla yanaşı, həm də təhsil prosesinin bütün sahələrində davamlı inkişafı təmin edən mühüm bir amildir. Bu haqda Diana Green, "Quality Assurance in Higher Education: A Global Perspective" əsərində bildirmişdir ki, mədəniyyətin formalaşması, təhsil müəssisələrinin fəaliyyətini daha effektiv, şəffaf və müasir tələblərə uyğun hala gətirir. Keyfiyyət mədəniyyəti, təhsil müəssisələrində müəllimlər, tələbələr və idarəetmə heyəti arasında əməkdaşlıq və qarşılıqlı hörmətin inkişafını təşviq edir, cəmiyyətin ehtiyaclarına uyğun təhsil imkanları təqdim edir [2, s 112].

1. Tədrisin keyfiyyətinin artırılması. Keyfiyyət mədəniyyətinin təhsil müəssisələrində vacibliyi, tədrisin keyfiyyətini artırmaq məqsədini güdür. Yüksək keyfiyyətli tədris, tələbələrin daha yaxşı bilik və bacarıqlara sahib olmalarını təmin edir. Bu, yalnız proqramların müasir və genişlənmiş tədris metodları ilə zənginləşdirilməsi ilə mümkün olur. Müəllimlərin peşəkar inkişafı, tədrisin daha effektiv və interaktiv olmasına kömək edir. Keyfiyyət mədəniyyəti həmçinin təhsil

proqramlarının daim yenilənməsi və təkmilləşdirilməsini təşviq edir, təhsil müəssisələrinə müasir texnologiyaların və metodların tətbiqinə imkan verir.

2. Tələbə məmnuniyyətinin artırılması. Təhsil müəssisələrində keyfiyyət mədəniyyətinin əsas məqsədlərindən biri də tələbələrin təhsil təcrübəsini müsbət şəkildə formalaşdırmaqdır. Tələbələr yalnız bilik deyil, həm də sosial bacarıqlar və şəxsi inkişaf üçün də bu müəssisələrdən faydalanmalıdırlar. Keyfiyyət mədəniyyəti, tələbə mərkəzli yanaşmanı və tələbələrin təhsil prosesində fəal iştirakını təşviq edir. Tələbələrin akademik və sosial ehtiyaclarını qarşılamaq, onların təhsil müddətində daha yaxşı nəticələr əldə etmələrini təmin edir. Belə yanaşmalar, tələbələrin məmnuniyyətini artırır və onların təhsil müəssisələrindən daha yüksək qiymətləndirmələrinə gətirib çıxarır.

3. Müəllimlərin peşəkar inkişafı. Keyfiyyət mədəniyyəti müəllimlərin peşəkar inkişafını da təmin edir. Müəllimlərin tədris metodlarını davamlı olaraq yeniləməsi, onların tədris bacarıqlarını artırır və tədris prosesində daha səmərəli olmalarına kömək edir. Peşəkar inkişaf, müəllimlərin yalnız akademik biliklərini deyil, həm də tədrisin innovativ metodlarını, tələbə psixologiyasını və müxtəlif tədris texnologiyalarını mənimsəmələrini təmin edir. Bu, nəticə etibarilə təhsil müəssisələrinin tədris keyfiyyətini yüksəldir və tələbələrin daha yüksək nəticələr əldə etməsinə şərait yaradır.

4. İdarəetmə və strateji yönləndirmə. Keyfiyyət mədəniyyəti yalnız tədrisin inkişafı ilə bağlı deyil, həm də təhsil müəssisələrinin idarəetmə strukturlarının daha şəffaf, effektiv və məqsədyönlü şəkildə işləməsini təmin edir. İdarəetmə işçiləri keyfiyyət mədəniyyətinə uyğun olaraq, strateji planlamalar həyata keçirir və təhsil proseslərini qiymətləndirmək üçün effektiv alətlər tətbiq edirlər. Şəffaf idarəetmə və davamlı monitorinq, təhsil müəssisələrinin fəaliyyətindəki boşluqları aşkar etməyə və onları aradan qaldırmağa kömək edir. Həmçinin, idarəetmə sistemindəki düzgün strukturlar və fəaliyyət planları, təhsil müəssisələrinin resurslardan daha optimal istifadə etmələrini təmin edir.

5. Beynəlxalq səviyyədə tanınma və rəqabət. Təhsil müəssisələri, keyfiyyət mədəniyyətini qəbul edərək beynəlxalq səviyyədə tanınmağa və rəqabət qabiliyyətini artırmağa imkan əldə edirlər. Beynəlxalq akreditasiya sistemlərinə uyğunlaşmaq, təhsil müəssisələrinin tədris səviyyəsini artırmaqla yanaşı, onlara beynəlxalq əmək bazarında daha tanınan və rəqabətli məzunlar təqdim etməyə imkan verir. Keyfiyyət mədəniyyəti, beynəlxalq təhsil standartlarına

uyğun təhsil proqramları və müasir tədris metodları tətbiq edərək, ali təhsil müəssisələrinin dünya miqyasında nüfuzunu yüksəldir.

6. Sosial məsuliyyət və cəmiyyətə yönəlik inkişaf. Təhsil müəssisələrinin yalnız bilik vermək funksiyasını yerinə yetirmək deyil, eyni zamanda cəmiyyətə xidmət etmək funksiyası da vardır. Keyfiyyət mədəniyyəti, təhsil müəssisələrini sosial məsuliyyətlərini yerinə yetirməyə təşviq edir. Bu müəssisələr, cəmiyyətin müxtəlif ehtiyaclarını nəzərə alaraq, sosial ədalət, bərabərlik və dayanıqlı inkişaf prinsiplərinə əsaslanan təhsil təqdim edirlər. Təhsil müəssisələrinin sosial məsuliyyətlərini mənimsəməsi, tələbələri yalnız akademik deyil, həm də etik və sosial baxımdan məsuliyyətli vətəndaşlar kimi yetişdirməyə kömək edir.

Ümumiyyətlə, təhsil müəssisələrində keyfiyyət mədəniyyətinin vacibliyi, təhsil sisteminin davamlı inkişafının və təhsilin səmərəliliyinin artırılmasının əsas amillərindən biridir. Keyfiyyət mədəniyyəti, həm tədrisin, həm də idarəetmənin daha səmərəli, tələbə mərkəzli və müasir tələblərə uyğun olmasını təmin edir. Bu yanaşma, təhsil müəssisələrinin cəmiyyətdəki rolunu gücləndirir, beynəlxalq səviyyədə tanınmalarını təmin edir və ən əsası, gələcək nəsillərə daha yaxşı təhsil imkanları təqdim edir.

Keyfiyyət mədəniyyətinin təhsil sahəsində inkişafı

Keyfiyyət mədəniyyətinin təhsil sistemində inkişafı müxtəlif səviyyələrdə baş verir. Bu haqda Mahsood Shah və Jade McKay, "The Impact of Quality Assurance on Higher Education Institutions" məqaləsində bildirmişdir ki, hər bir təhsil müəssisəsi bu prosesi öz şəraitinə uyğun şəkildə formalaşdırır. Bu inkişafın əsas mərhələlərini və amillərini aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq olar: (Cədvəl 1).[4, s 57].

Cədvəl 1.

Təhsil Politikasının Formalaşdırılması və Strateji İdarəetmə	Keyfiyyət mədəniyyətinin təhsildə inkişafı təhsil siyasətinin və strateji idarəetmə sisteminin düzgün qurulmasından asılıdır. Təhsil müəssisələrinin rəhbərləri, keyfiyyətin artırılmasına yönəlik məqsədlər və strategiyalar müəyyən etməli, təhsil keyfiyyətinin müntəzəm olaraq ölçülməsi üçün mexanizmlər yaratmalıdır. Bu, təkcə tədris proqramlarının və tədris metodlarının yaxşılaşdırılması ilə deyil, həm də bütün təhsil müəssisəsinin idarəetmə strukturunun effektivliyinin artırılması ilə əlaqədardır. Strateji planlama, təhsil müəssisələrinin uzunmüddətli inkişafına yönəlmiş addımların atılmasına kömək edir və keyfiyyət mədəniyyətinin müntəzəm inkişafına zəmin yaradır.
Tədris Keyfiyyətinin Artırılması və Təlimin İnkişafı	Keyfiyyət mədəniyyətinin təhsildəki inkişafının ən mühüm komponentlərindən biri tədris prosesinin keyfiyyətinin artırılmasıdır. Bu, tədris proqramlarının müasir tələblərə uyğunlaşdırılmasını, yeni tədris metodlarının tətbiqini və müəllimlərin peşəkar inkişafını əhatə edir. Müəllimlərin daimi olaraq təkmilləşməsi, onların metodik bacarıqlarını artırır və müasir təhsil texnologiyalarından daha səmərəli istifadə etmələrini təmin edir. Həmçinin, tədris proqramlarının nəzərdən keçirilməsi, tələbələrin ehtiyaclarına və sosial tələblərə uyğun dəyişdirilməsi vacibdir. Bu, təhsil keyfiyyətinin yüksəlməsi və tələbələrin gələcək həyatlarına hazırlanmasında mühüm rol oynayır.
Tələbə Mərkəzli Təhsil Yanaşmalarının Tətbiqi	Təhsildə keyfiyyət mədəniyyətinin inkişafı tələbə mərkəzli yanaşmaların tətbiqi ilə sıx əlaqəlidir. Bu yanaşma, tədrisin tələbənin ehtiyaclarına, maraqlarına və bacarıqlarına uyğunlaşdırılmasını tələb edir. Tələbələrin fərdi inkişafını dəstəkləmək, onların təhsil müddətində yalnız akademik deyil, eyni zamanda şəxsi və sosial bacarıqlarını da inkişaf etdirmək vacibdir. Tələbə mərkəzli yanaşmaların tətbiqi, təhsil müəssisələrinin keyfiyyətini yüksəldir və tələbələrin daha yaxşı nəticələr əldə etmələrini təmin edir.
Davranış və İdarəetmə Sistemlərində Keyfiyyətin Təmini	Təhsil müəssisələrində keyfiyyət mədəniyyətinin inkişafı, yalnız tədris və təlim prosesləri ilə deyil, həm də idarəetmə sistemləri ilə əlaqəlidir. İdarəetmə prosesləri effektiv və şəffaf olmalı, hər bir təhsil müəssisəsində keyfiyyətə nəzarət mexanizmləri tətbiq edilməlidir. Bu nəzarət mexanizmləri, təhsil keyfiyyətini ölçmək və qiymətləndirmək üçün sistematik metodlar təklif edir, məsələn, tələbə və müəllim məmnuniyyətinin ölçülməsi, akademik performansın qiymətləndirilməsi və tədris keyfiyyətinin daimi izlənməsi.
Beynəlxalq Təcrübə və Əlaqə Şəbəkələrinin Gücləndirilməsi	Təhsildə keyfiyyət mədəniyyətinin inkişafı üçün beynəlxalq təcrübə və əlaqələr də mühüm rol oynayır. Təhsil müəssisələri, beynəlxalq təhsil standartları ilə tanış olmaq və onları öz sistemlərinə inteqrasiya etmək üçün müxtəlif beynəlxalq təşkilatlar və proqramlarla əməkdaşlıq etməlidir. Beynəlxalq əlaqələr, təhsil müəssisələrinin yeni tədris metodları və idarəetmə sistemlərini tətbiq etmələrinə kömək edir və onların keyfiyyət mədəniyyətini inkişaf etdirməyə kömək edir.

Nəticə olaraq, keyfiyyət mədəniyyəti təhsil sahəsində yalnız bir məqsəd deyil, həm də davamlı inkişaf edən bir prosesdir. Təhsil müəssisələri bu mədəniyyəti formalaşdırmaq və inkişaf etdirmək üçün sistemli yanaşmalar tətbiq etməli, bütün iştirakçıları - müəllimlərdən tələbələrə qədər - bu prosessə daxil etməlidir. Bu, yalnız tədrisin keyfiyyətinin artırılması ilə bağlı deyil, həm də təhsil müəssisələrinin cəmiyyətdəki sosial rolunun gücləndirilməsi ilə əlaqədardır. Keyfiyyət mədəniyyətinin təhsildə inkişafı, həm də bir ölkənin sosial və iqtisadi inkişafına müsbət təsir göstərən mühüm bir amildir.

NƏTİCƏ

Ali təhsil müəssisələrində keyfiyyət mədəniyyətinin formalaşması, yalnız tədrisin və elmi fəaliyyətin yaxşılaşdırılması deyil, həm də cəmiyyətin bütün sahələrində inkişafın və irəliləyişin təmin edilməsinə xidmət edir. Bu mədəniyyətin əsasını təşkil edən təhsil, innovasiya və davamlı inkişaf prinsipləri, həm akademik, həm də sosial mühitdə müsbət dəyişikliklərə səbəb olacaq.

MƏNBƏLƏR

1. "Keyfiyyət siyasəti və mədəniyyəti" - Kollektiv müəlliflər, Azərbaycan Dillər Universiteti, 2023, s 12.
2. Diana Green, "Quality Assurance in Higher Education: A Global Perspective" – 2013, p. 112.
3. Louise Morley, "Assuring Quality in Higher Education: Key Issues and Challenges" – 2014, p. 78.
4. Mahsood Shah və Jade McKay, "The Impact of Quality Assurance on Higher Education Institutions" – 2018, p. 57.
5. Robert Kegan və Lisa Laskow Lahey "Quality Management in Higher Education: Developing a Culture of Excellence", 2016, p 89.

REKLAMLARDA KOLEKTİVİZM: *'SABANCI CUMHURİYET SEFERBERLİĞİ'* SOSYAL SORUMLULUK KAMPANYASI REKLAMLARI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Doç. Dr. Gülten ADALI
Akdeniz University, Faculty of Communication, Department of Advertising, Konyaaltı, Antalya
ORCID: 0000-0002-7068-4482
Dr. Öğretim Üyesi Zeynep Nihan BAKIR
Avrasya University, Faculty of Communication, Department of New Media and Communication, Ortahisar, Trabzon
ORCID: 0000-0001-9989-2042

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, kolektivizmin bir reklam çekiciliği olarak sosyal sorumluluk reklamlarında nasıl kullanıldığını ortaya koymaktır. Kolektivizm, kültürel bir boyut, toplumun genel yapısını ifade eden bir özellik ve yaklaşım olmasından dolayı reklamlarda da sıklıkla başvurulan bir çekiciliktir. Literatürde birçok araştırmada, reklam ve tanıtım mesajlarının geliştirilmesinde kültürel değerlerin önemli bir boyutunun bireycilik-kolektivizm dikotomisinde incelendiği görülmektedir. Son yıllarda kültürün dijitalleşmesine paralel olarak özellikle Z kuşağında bireyci kültürel etkilerin ağır bastığı öne sürülse de genel olarak Türkiye'nin kolektivist kültürel değerlere sahip olduğu söylenebilir. Araştırma kapsamında amaçlı örneklem ile seçilen iki reklam videosu[1] betimsel analize tabi tutulmuş, reklam metninde vurgulanan ve aktarılan kolektivist unsurlar bağlamında değerlendirilmiştir. Reklamlar incelendiğinde, kolektivist toplumlarda öne çıkan '*ekip ruhu', 'birlikte hareket etme', 'birlikte başarıya ulaşma', 'toplum çıkarlarının birey çıkarlarından üstün tutulması'* gibi özelliklerin baskın olduğu görülmektedir . Kolektivist toplumlarda yer alan grupların birbirine sıkı sıkıya bağlı ve dayanışma içinde olma özelliği incelenen reklam metinlerinde de kendisini göstermektedir. Reklam boyunca dış ses Türkiye'nin kolektif belleğinden örnekler verirken; #BaşkaCumhuriyetYok hastagi dijital platformlarda kullanılmasının yanı sıra kampanya boyunca slogan olarak da kullanılarak toplumu birleştirici bir unsur olarak sunulmuştur. *"Sabancı Cumhuriyet Seferberliği"* kapsamında yayınlanan reklam videolarında marka Türkiye'nin en geniş katılımlı sosyal sorumluluk projesi olduğunun altını çizerken Türkiye Cumhuriyet'nin 100.yılını sadece kutlamadıkları kolektif artı değer sunarak yaşattıkları iddiasını reklam filmi boyunca farklı projelerinden örneklerle desteklemektedir. İncelenen reklam metinlerinde '*birlik', 'beraberlik', 'çalışmanın kutsallığı'* gibi kavramlar

'milliyetçilik' ile harmanlanmakta ve Cumhuriyet insanları birbirine bağlayan yegane bağ olarak resmedilmektedir. Kolektivist bir toplumun gösterdiği temel özelliklerden biri "biz" olma duygusu ve durumudur. İncelenen reklamlarda da hep birlikte olma, Cumhuriyet'i yaşama ve yaşatma arzusuyla milli duygulara seslenildiği görülmüştür. Çalışma kolektivizm çekiciliğinin reklamlardaki anlam yaratma sürecini kurumsal sosyal sorumluluk reklamları ekseninde ortaya koyması bakımından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal sorumluluk kampanyası, reklam, reklam çekicilikleri, kültürel boyutlar, kolektivizm.

COLLECTIVISM IN ADVERTISEMENTS: AN EVALUATION ON '*SABANCI REPUBLIC MOBILISATION'* SOCIAL RESPONSIBILITY CAMPAIGN ADVERTISEMENTS

ABSTRACT

The aim of this research is to reveal how collectivism is used as an advertising appeal in social responsibility advertisements. Since collectivism is a cultural dimension, a feature and approach that expresses the general structure of society, it is a frequently used appeal in advertisements. In many studies in the literature, it is seen that an important dimension of cultural values in the development of advertising and promotional messages is examined in the individualism-collectivism dichotomy. In parallel with the digitalisation of culture in recent years, it can be argued that Turkey has collectivist cultural values in general, although it is suggested that individualistic cultural influences predominate especially in Generation Z. Within the scope of the research, two advertisement videos selected with purposive sampling were subjected to descriptive analysis and evaluated in the context of the collectivist elements emphasised and conveyed in the advertisement text. When the adverts are analysed, it is seen that features such as team spirit, acting together, achieving success together, and prioritising community interests over individual interests, which are prominent in collectivist societies, are dominant. The feature of groups in collectivist societies being in close-knit and solidarity with each other has also manifested itself in the analysed advertisement texts. Throughout the advertisement, the external voice gives examples from Turkey's collective memory; #BaşkaCumhuriyetYok hastag is presented as a unifying element of the society by being used as a slogan throughout the campaign as well as being used on digital platforms. In the commercial videos published within the scope of 'Sabancı Republic Mobilisation', the brand underlines that it is Turkey's most widely participated social responsibility project and supports the claim that they are not only celebrating the 100th anniversary of the

Republic of Turkey but also keeping it alive by offering collective added value with examples from different projects throughout the commercial film. In the analysed advertisement texts, concepts such as unity, solidarity and the sanctity of work are blended with nationalism and the Republic is portrayed as the only bond that binds people together. One of the basic characteristics of a collectivist society is the feeling and state of being 'us'. In the adverts analysed, it was seen that national feelings were appealed to with the desire to be together, to live and keep the Republic alive. The study is important in terms of revealing the meaning creation process of collectivism appeal in advertisements on the axis of corporate social responsibility advertisements.

Keywords: Social responsibility campaign, advertising, advertising appeals, cultural dimensions, collectivism.

1.GİRİŞ

Kültür en genel anlamıyla bir toplumu meydana getiren özelliklerin tümü olarak karşımıza çıkmaktadır. Global markalar ürünlerini farklı ülkelere satmaya çalışırken o toplum içerisinde yer alan kültürel birikimlere yönelik mesajlar verdiği ölçüde hedef kitlesine ulaşabilmekte, zengin bir bağ kurabilmektedir (Işık vd., 2024: 665). Bu anlamda, reklamlar, kültür aktarıcısı ve taşıyıcısı olarak işlev görmektedir. Kurumsal reklamlar da içinden çıktığı kültür içerisinde anlam kazanmaktadır. Ancak reklamı anlamlandırma sürecinde kültürel ögelerin çözümlenmesi tamamen öznel değil, temel referanslar çerçevesinde gerçekleştirildiği zaman daha objektif bir bakış açısı sunmaktadır (Bitirim, 2020: 113).

Diğer yandan reklam çekicilikleri, reklamcıların belirli kültürel değerleri, normları ve karakteristikleri yansıtarak ürünlerinin müşterinin ihtiyaçlarını nasıl karşılayacağını aktarmak için kullandıkları belirli yaklaşımlardır. Reklam çekicilikleri reklamlardaki görseller ve başlıklar ile iletilmekte, reklam metni tarafından desteklenmekte ve pekiştirilmektedir (Bir, 2024: 298). Belirli bir kültürel sistemin, inanç ve algı süreçlerinin içerisinde yetişen tüketicilerin kendi kültürleriyle uyumlu olan reklam mesajlarına daha olumlu yanıt verme eğiliminde olmaları olağandır. Örneğin, belirli bir bölgedeki tüketicilere yönelik yerel bayramlarda yapılan veya markanın yerel bir ünlüyle bağdaştırıldığı reklamların kabul görme ihtimali daha yüksek görülmektedir (Aktuğlu & Eğinli, 2010). Diğer yandan, ülkemizde milli unsurlar da ürün ve markaya değer katmak amacıyla reklamlarda kullanılmaktadır (Güner, 2005: 80).

Kültürlerarası reklam, marka araştırmalarında, tüketici tutumlarının karşılaştırılmasında ve yerel kültürel farklılıkların belirlenmesinde özellikle Geert Hofstede'nin çalışması, birçok çalışmaya

(Zandpour ve arkadaşları, 1994; Albers-Miller ve Gelb, 1996; Chiou, 2002; Lepkowska-White vd., 2003; Lin, 2001; Cho vd., 1999; Zhang ve Gelb, 1996) referans olmuştur (Erbaş, 2018: 363).

Geert Hofstede'nin 1967–1973 yılları arasında gerçekleştirdiği çalışmaların verileri IBM veri tabanından yararlanılarak 72 ülkedeki IBM çalışanlarıyla 20 dilde yapılan 116.000 anket formundan elde edilmiştir. Farklı ülkelerdeki insanların yaşadıkları dünyayı algılama ve yorumlama biçimlerindeki farklılıkları ortaya çıkaran bu anketlerden Hofstede'nin ortaya çıkardığı dört temel boyut; güç mesafesi, belirsizlikten kaçınma, bireysellik/kolektivizm ve eril/dişil yaklaşımdır (Gegez vd,2003: 116). Bu boyutlardan bireysellik/kolektivizm boyutu çalışmanın dayanağını oluşturmaktadır. Hofstede'nin teorik çerçevesi kullanılarak *'Sabancı Cumhuriyet Seferberliği'* sosyal sorumluluk kampanyası dahilinde yayımlanan iki reklamı incelenmiştir. Araştırma kapsamında amaçlı örneklem ile seçilen iki reklam videosu betimsel analize tabi tutularak reklam metninde vurgulanan ve aktarılan kolektivist unsurlar bağlamında değerlendirme tamamlanmıştır.

Ulusal ekonomi için önemli görülen veya kültürel bir gurur ile bağdaştırılan markalar için stratejik iletişim kampanyaları tasarlarken, iletişimcilerin markaya yerel bir doku kazandırması ve milliyetçi öğeler yerleştirmesi sıklıkla önerilen stratejilerin başında yer almaktadır. Bu sayede, milliyetçi duygulara sahip tüketiciler, markaları benliklerinin bir parçası olarak görme eğilimine girerler ve markaya olan bağlılıkları artar. Tüketicilerin milliyetçi duygularına hitap eden reklam çekicilikleri marka ile tüketici arasında derin bağlar kurmada sıklıkla kullanılan bir strateji olarak karşımıza çıkmaktadır (Liu, Weiting, & Tsai, 2017).

Hofstede'nin teorik çerçevesi güç aralığı, bireysellik/kolektivizm, başarıya yönelik motivasyon, belirsizlikten kaçınma, uzun dönem yönelimlilik/kısa dönem yönelimlilik ve heveslilik/kısıtlılık olmak üzere altı boyuttan oluşmaktadır (2011). Bu çalışma özelinde ise, seçilen reklamlar bireysellik/kolektivizm boyutu ile irdelenecektir. Bu boyut, insanların yalnızca kendisinin ve ailesinin çıkarlarını gözetmesi veya sadakatleri karşılığında grup içinde yer alan bireyler ile ilgilenilmesiyle ilişkilidir. Bireysel kültürlerde kişiler kendilerini 'ben' olarak tanımlarken; kolektivist kültürlerde ise kişiler kendilerini 'biz' olarak - kişilerin kimlikleri ait oldukları sosyal sistemle uyumlu olarak- tanımlaması yaygındır. Batı dünyasının bireysellik anlayışıyla gelişen benlik ve kişilik kavramları, kişiyi belirgin özelliklere ve niteliklere sahip, bağımsız bir varlık olarak görmektedir. Bireysel kültürler, söylenmek istenenin açık ve net bir şekilde doğrudan söylendiği bir sözlü iletişim biçimini tercih ederken; kolektivist kültürlerde ise daha dolaylı bir

iletişim tarzının benimsendiği söylenebilir (de Mooij & Hofstede, 2010). Bireysel ve kolektivist reklam çekiciliklerinin kullanımına örnek vermek gerekirse, Çin ve Kore gibi kolektivist kültürlerde reklam çekicilikleri grup içi faydaya, uyuma ve aileye odaklanırken; Amerika Birleşik Devletleri gibi bireysel kültürlerde ise kişisel tercihlere, kişisel başarıya ve bağımsızlığa odaklanan reklamlar daha sık tercih edilir (Han & Shavitt, 1994).

2.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Araştırma soruları ekseninde amaçlı örnekleme tekniği kullanılarak çalışmada iki reklam filmi çözümlenmiştir. Olasılıklı olmayan örnekleme, nitel araştırma çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Eğer bir örneklemin seçimi, araştırmacının evren ile ilgili kendi bilgilerine veya çalışmanın amacına bağlı ise, bu tür örnekleme olasılıklı olmayan (amaca yönelik) örneklemedir (Marczyk vd., 2005). Bu tanımlamadan hareketle araştırmanın örneklemini Sabancı Holding tarafından sosyal sorumluluk kampanyasını tanıtan 'Cumhuriyet Seferberliği' reklam videoları oluşturmaktadır. Çalışmanın araştırma nesnesi olarak seçilen reklam filmlerinde milliyetçi göstergebilimsel anlatılara, kolektif değerlere ve ortak tarihsel hafızaya yapılan atıfları anlamak amacıyla, yorumsamacı yaklaşım tercih edilmiş - milliyetçi kodların çözümlenmesi sürecinde nicel yaklaşımla elde edilecek bulguların yüzeysel kalma ihtimaline karşı- bu sayede daha doğru ve derinlikli bir yol alınabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışmada Türkiye Cumhuriyeti'nin 100.yılının 'Cumhuriyet Seferberliği' başlıklı sosyal sorumluluk projesini anlatan reklamlarda araştırma soruları şu şekilde sıralanabilir:

- Bu reklamlarda "Cumhuriyet" nasıl konumlandırılmaktadır?
- Vurgulanan veya tüketiciye hatırlatılan değerler nelerdir?
- Reklam metinlerinde hangi semboller ve işitsel-görsel unsurlardan yararlanılmaktadır?
- Reklamın dili ve tonu nasıldır?
- Reklam metni boyunca Cumhuriyet hangi sıfatlarla tanımlanmaktadır?
- Reklamlar Geert Hofstede'in kültürel boyutlarından biri olan bireysellik / kolektivizm bağlamında nasıl değerlendirilir?

Bulgular başlığı altında yukarıda belirtilen araştırma soruları çerçevesinde seçilen iki reklam filmi sırasıyla betimsel analize tabi tutulmuştur. Her reklam kendi içerisinde değerlendirildikten sonra sonuç bölümünde ise incelenen reklamların ortak özelliklerine ve kullandığı stratejilere, farklılık ve benzerliklerine değinilerek çıkarımlarda bulunulmuştur.

2.1.'Başka Cumhuriyet Yok' Reklam Filminin Analizi

75 saniye olarak hazırlanan reklam filminde duygusal reklam stratejisinin kullanıldığı ilk saniyelerden itibaren göze çarparken, dış sesin anlatımına ülkenin farklı doğal güzellikleri arasında yapılan geçişlerle devam edilmektedir. İstanbul'da İstiklal Caddesi'nin tabelası ile başlayan reklamda aynı zamanda dış ses de "*Başka İstiklal yok, başka İstiklal Marşı yok*" diyerek söze girerken, *"başka yeşil, mavi, başka kırmızı, beyaz yok"* diye devam ederken ülkenin dört bir yanından görüntüler -renklerin senkronize biçimde akışıyla- sözlü anlatımı destekleyecek şekilde kullanılmıştır.

Fedakârlık anlayışına dayanan milliyetçi dayanışma duygusu, ana vatanı savunmak adına toplumun her kesimini seferber etmeyi idealize etmektedir. Fedakârlık duygusu milliyetçi düşünce içerisinde büyük bir erdemsel değer olarak kodlanmakta ve milliyetçiliğin önemli bir referansı olarak kabul edilmektedir. Vatan savunması için savaşılırken "ölerek şehit olmak" veya "yaralanarak gazi olmak" toplum nazarında çok büyük bir erdem olarak kabul edilmektedir. (Özcan, 2021: 371). Reklam filminde adı geçen Seyit Onbaşı, Kurtuluş Savaşı kahramanlarından biridir ve soyadı benzerliğinden hareketle milli sporcumuz olan Ayşe Begüm Onbaşı ile bağdaştırılarak *"başka onbaşı yok, başka Ayşe Begüm Onbaşı yok*" sözleriyle metaforik bir anlatım yapılmıştır. Seyit Onbaşı'nın ikonik heykelinin duruşu milli sporcunun duruşunda hayat bulmuş, her ikisi de ülkesi için fedakarlık yapan vatan severler olarak resmedilmiştir. Reklamda *"başka toprak yok, toprağı vatan yapan başka 85 milyon yok"* derken gencinden yaşlısına, yediden yetmişe yurdum insanından görüntüler sunulmuştur. Bu görüntülerin en başında ise askeri üniforma ve madalyaları ile Gazi olduğu anlaşılan yaşlı bir beyefendi görünmektedir ki burada aynı zamanda "*toprağı vatan yapan"* vurgusuyla ülkenin kurtuluşunda büyük emeği olan kahramanlara gönderme yapılmaktadır.

Connor'a göre, milliyetçi düşünce sadece akla dayalı kolektif çıkarların sonucunda değil devlete ve millete bağlılık anlamında vatan sevgisinin ve etnik aidiyete duyulan sevginin sonucunda oluşur. Bu duygu, kan bağı, ortak ata, tarihsel birliktelik gibi somut değerlere atıf yapmakla birlikte asıl gücünü bu kavramların gerçekliğinden değil ama bu değerlere karşı duyulan duygusal inançtan alır. Bu ortaklıkların geliştirilmesinde kökene dair mitler, ortak vatan düşüncesi ve sınır tanımları, sembolik kültürlenme gibi unsurlar araçsal bir işleve sahiptir (2010: 334). İncelenen reklam filmleri de Connor'un düşüncelerini destekler niteliktedir. Reklam filmlerinde 'duygudaşlık', 'bir

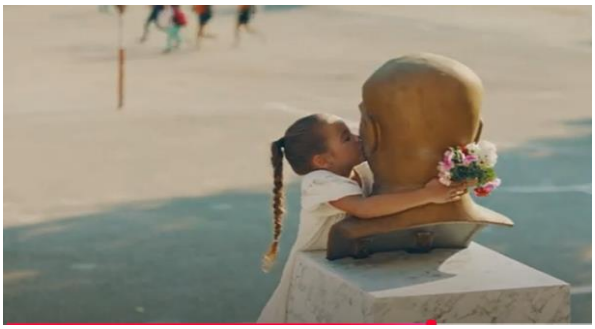
olma/birlik olma', 'Cumhuriyet'e sahip çıkma', 'vatan sevgisi' gibi milliyetçi söylemlerden yararlanılmış, bu söylemler görsel anlamda da Türkiye'nin öne çıkan değerleri ile desteklenmiştir. Reklam akışında Türk Bayrağı birçok farklı karede - caddelerde asılı olarak, okul duvarında, spor müsabakasının yapıldığı salonda, kahvehane camında- görülmektedir. Özcan'a göre, Türk bayrağı reklamda milli kimliğin en başat sembollerinden biri olarak duygusal anlamlarla yüklü bir göstergedir. Ama bunun yanında "bayrak" kökenleri tarihte gizli olan bir sembol olsa da milli kimlik kurgusunu desteklemek adına icat edilmiş bir gelenektir (2021:371). Reklam boyunca bu düşünceyi destekler nitelikte kullanıldığı göze çarpmaktadır.

Tüketiciye hatırlatılan değerlerin başında Türk Bayrağı'nın altında birlik beraberlik içinde yaşayabilme, atalarımızın bize emanet ettiği vatana sahip çıkma, Atatürk ilkelerine bağlı nesiller yetiştirme vurgusu gelmektedir. Reklamın 43. saniyesinde dış ses *"başka yol yok, başka söz yok"* derken küçük bir kız öğrencinin Atatürk büstüne sarılması ile bu duygu pekiştirilmiştir. Bu ifadelerle Cumhuriyet'ten daha iyi bir yolun olmadığı fikri küçük kızın Atatürk büstünün yanağına kondurduğu öpücükle taçlanmış; Türk kadınlarının birçok hakkı kazanmasına öncü ve vesile olan Gazi Mustafa Kemal'e olan minnet duyguları tüm türk kadınları adına bu küçük kızın öpücüğünde somutlaşmıştır.











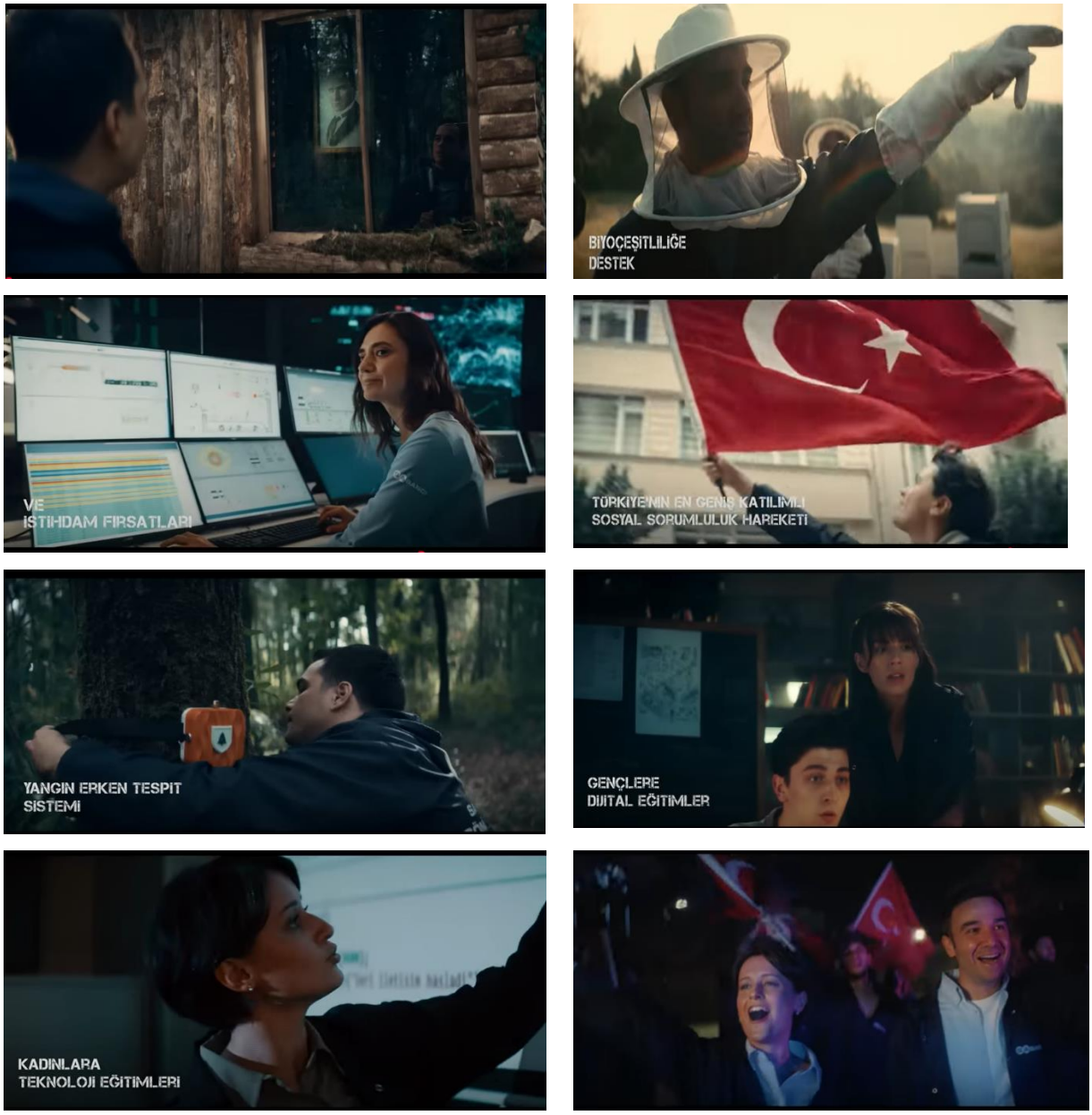
Görsel 1: 'Başka Cumhuriyet Yok' reklam filminden kareler[2].

2.2.'Konu Cumhuriyetse Yorulmak Olmaz' Reklam Filminin Analizi

67 saniyelik reklam filmine duygusal tonda bir şarkı eşlik etmektedir. Şarkı sözleri reklam mesajını doğrudan aktarma konusunda destekleyici bir unsur olarak öne çıkmaktadır: *"Ben hayatta hiç engel tanımadım, ne varmış ki bunda. Dünyaya ters gelse bile yan çizip umursamadım. Yeniden başlasam, yeniden başlasam, yeniden….Yorulmak olmaz, yorulmak olmaz…Bıkmadan usanmadan devam yola…"*şarkı reklam boyunca devam ederken dış sesin söze girmesiyle birlikte arka fonda çalmaya devam eder. *"Konu Cumhuriyetse yorulmak olmaz. Türkiye'nin en geniş katılımlı sosyal sorumluluk hareketi Sabancı Cumhuriyet Seferberliği ile bu sene de Cumhuriyet'i sadece kutlamıyor, çalışarak yaşatıyoruz. Cumhuriyet'imizin 99. Yılı kutlu olsun"* ifadeleriyle sonlanmaktadır. Bu ifadelere markanın sosyal sorumluluk adına hayat geçirdiği projelerden görüntüler ve projelerin isimleri eşlik etmektedir: *"Yangın Erken Tespit Sistemi, Gençlere Dijital Eğitimler, Biyoçeşitliliğe Destek, Kadınlara Teknoloji Eğitimleri ve İstihdam Fırsatları.* Marka görüldüğü üzere ülkenin gündemini oluşturan ve topluma katkı sunabilecek birden fazla alana eğilmekte, kampanyanın ismine *'Cumhuriyet Seferberliği'* uygun olarak kapsamlı çalışmalarla topluma hizmet ettiğinin altını çizmektedir. Reklamda biz dili kullanılırken, bu kullanım *'Sabancı Gönüllüleri'* yazılı önlükler giyen uygulayıcılar ile desteklenmiştir. Reklamın genelinden çıkaracağımız ana düşünce ise tüm yapılanların ve yapılacakların Cumhuriyet sayesinde

[2] https://www.youtube.com/watch?v=-pC26OEIIMc (Erişim tarihi: 05.04.2025)

gerçekleşiyor oluşudur. Bu anlamda gerek sözel gerekse de görsel unsurlar kullanılarak kolektivizm unsurları yoğun biçimde reklam metninde kullanılmıştır.



Görsel 2: 'Konu Cumhuriyetse Yorulmak Olmaz' reklam filmininden kareler[3]

SONUÇ

Öğretilen kültür çerçevesinde üretilen ürünler farklı coğrafyalarda o coğrafyaya ait mesajlarla sunulmaya çalışılmakta ve böylece satın alma faaliyetleri gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır (Işık

[3] https://www.youtube.com/watch?v=JTvTfSkN76M (Erişim Tarihi: 05.04.2025)

vd, 2024: 653). Buradan hareketle incelenen reklamlarda pazarlanmaya çalışılan bir ürün değil markanın sosyal sorumluluk adına yürüttüğü faaliyetlerdir. Marka, Cumhuriyet'in yıldönümlerini kutlamakla kalmamakta, Türkiye Cumhuriyeti'nin kurucusu Mustafa Kemal Atatürk'ün de *"Yalnız tek bir şeye ihtiyacımız vardır, çalışkan olmak. Servet ve onun tabii neticesi olan refah ve saadet yalnız ve ancak çalışkanların hakkıdır."* sözünden hareketle Cumhuriyet'i yaşatmak için çalışmak gerektiğini vurgulamaktadır. İncelenen reklamları diğer markaların kutlama mesajlı içeriklerinden ayıran da işte bu nokta olmaktadır. Reklam filmlerinde gerek sözel gerekse de görsel unsurlarla verilen birlik ve beraberlik duygusu, birlikte iş yapmak, birlikte üretip kalkınmak, zorlukların üstesinden birlikte gelmek, Cumhuriyet'in kuruluşunu kutlamaya vurgu yapan söylemler ve elde edilen başarıdan doğan gurur ve mutluluk -Türkiye'nin en geniş katılımlı sosyal sorumluluk hareketi-, kurumsal reklamdaki ritüellerin zenginliğini göstermektedir.

Reklam mesajlarının başarılı bir şekilde tüketiciye aktarılabilmesi için marka ve hedef kitlenin aynı kodları kullanması gerekmektedir, bu nedenle de yerel kültür ana rolü üstlenmektedir. Aynı kültürü paylaşan insanlar ortak referans çerçevelerine sahiptirler. Bunun sonucunda ise reklam kampanyalarının yorumlanması kişisel deneyimlere ve sosyalleşmeye, anlamı ise resim, şekil ve kelimelere bağlı kalmaktadır (Erdoğan, 2004 :73).

Kültürel milliyetçilikte romantizm düşüncesi mutlak ussallığa ve rasyoneliteye tepki olarak doğmuştur, devletlerin siyasi faaliyetlerinin yetersiz kaldığı noktada toplumun kültürel hafızası romantik milliyetçilik ile desteklenmektedir (Smith, 2017: 94). İncelenen reklam filmlerinde de bu durumun zuhur ettiği görülmekte, reklam videolarına eşlik eden duygusal tonda şarkı ve coşkulu dış sesin kullanımı kullanılan görsel ögelerle de desteklenerek romantik milliyetçilik öne çıkmaktadır. Sonuç olarak Sabancı Holding Cumhuriyet'in 99. ve 100. Yılını kutlamak için yayınladıkları reklamlar ile kurumsal anlamda kendini ulusal bir değer olarak konumlandırmanın yanısıra "Sabancı Cumhuriyet Seferberliği" ifadesi ile de milli mücadele dönemine bir gönderme yapmaktadır.

Bireycilik – Kolektivizm boyutuna göre; kolektivist yapıdaki toplumlarda grup olarak hareket edildiği, güçlü ilişkiler kurmanın önemli olduğu vurgulanırken, bireyci toplumlarda tek başına hareketin görüldüğü ve ben kelimesinin önemi vurgulanmaktadır (Hofstede, 2001). Bu reklam filminde topluluk kavramına özellikle vurgu yapıldığı görülmektedir. Farklı proje başlıklarından görüntülerin yer aldığı reklamda gençler, kadınlar, gönüllüler tek bir amaç uğruna birleşmektedir ve bu durum kolektif toplum mesajının verilmeye çalışıldığını göstermektedir.

Sonuç olarak, çözümlenen reklamların; ritüelleri, sembolleri, değerleri ve kahramanları barındırdığı saptanmış ve anlatı içerisinde reklamın kültürel perspektifinin de oldukça zengin olduğu tespit edilmiştir. Ortak değer olan Cumhuriyet'in kurumsal sosyal sorumluluk seferberliği olarak kurgulandığı, Cumhuriyet'i sadece kutlamak değil yaşatmanın vatandaşlık sorumluluğu olduğu vurgulanmıştır. Özellikle ritüellerin "toplumu bir araya getirmek ve bir arada tutmak, dayanışmayı artırmak, toplumun ortak bilincini güçlendirmek, geçmiş ve gelecek arasında köprü kurarak kültürün zaman ve mekân bağlamında devamlılığını sağlamak, yeni durumları meşrulaştırmak ve bilgiyi geleceğe aktarmak" (Aydemir, 2016) gibi başlıca işlevlerinin ve görevlerinin incelenen reklamlarda da kendine yer bulduğu söylenebilir.

Markaların özel günler/ yıl dönümleri için hazırladığı kurumsal reklamların hedef kitleyle bağ kurmada büyük önem taşıdığı ve bu reklamların içerisine kültürel referanslara yer verilerek istenilen etkinin sağlanabileceği değerlendirilmektedir. Milli değerlerin reklamlarda kullanılması bu değerlerin metalaştırılarak içlerinin boşaltıldığı, popülerin kültürün bir parçası hatta bir pazarlama stratejisi haline geldiği yönünde eleştirilere uğrasa da toplumsal belleğini canlı tutması ve gelecek kuşaklara aktarması bakımından da önemli görülmektedir. Cumhuriyet ve değerlerinin sosyal sorumluluk reklamlarındaki anlam yaratma süreci ile ilişkisinin incelendiği bu araştırma ile literatüre sosyal sorumluluk ve kolektivizm bağına dair bir katkı sunulmaya çalışılmıştır.

KAYNAKÇA

Aktuğlu, İ., & Eğinli, A. (2010). Küresel reklam stratejilerinin belirlenmesinde kültürel farklılıkların önemi. Selçuk İletişim, 6(3), 167-183.

Aydemir, H. (2016). Türk sinemasında şehir ve ritüel. Şehir ve Düşünce, 8, 108-115.

Bir, G. (2024). Bosch reklamlarının Hofstede'nin kültürel boyutlarına göre içerik analizi. Selçuk İletişim, 17(2), 288-313. https://doi.org/10.18094/josc.1468716

Bitirim Okmeydan, S. (2020). Kurumsal reklam ekseninde Türkiye İş Bankası ve Cumhuriyetin 'Kuruluş' hikâyesi: Kültürel perspektif bağlamında Greimas'ın eyleyenler modeli ile çözümleme. Connectist: Istanbul University Journal of Communication Sciences, 59, 87-126. https://doi.org/10.26650/CONNECTIST2020-064

de Mooij, M., & Hofstede, G. (2010). The Hofstede model: Applications to global branding and advertising strategy and research. International Journal of Advertising, 29(1), 85-110.

Erbaş, S. (2018). Kültürlerarası reklam araştırmaları: Nike 8 mart dünya kadınlar günü reklam kampanyası örneği. Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi(66), 357-375.

Erdoğan, A (2004). 'Uluslararası Reklam Kampanyalarında Standardizasyon ve Adaptasyon Tekniklerinin Karşılaştırmalı Analizleri', Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Gegez, E., Arslan, M., Cengiz, E. & Uydacı, M. (2003). Uluslararası Pazarlama Çevresi. İstanbul: Der Yayınları.

Güner, S.İ. (2005). 'Marka Yaratmada Milli Değerlere Yönelik Reklamların Kullanımı', Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Han, S. P., & Shavitt, S. (1994). Persuasion and culture: Advertising appeals in individualistic and collectivistic societies. Journal of Experimental Social Psychology, 30, 326-350.

Hofstede, G. (2001). Culture's Consequences: Comparing values, behaviors, institutions and organizations across nations. California, Thousans Oaks: Sage.
Hong, J. W., Muderrisoglu, A., & Zinkhan, G. M. (1987). Cultural differences and advertising expression: A comparative content analysis of Japanese and U.S magazine advertising. Journal of Advertising, 16(1), 55-62.
Işık, M., Kopuz, S., & Yılmaz E. (2024). Kültürün Reklamlar Üzerindeki Etkileri Perspektifinden Renault "Hayat Kadar Beklenmedik" Örneğine Göstergebilimsel Bir Bakış. Erciyes İletişim Dergisi, 11(2), 651-671 https://doi.org/10.17680/erciyesiletisim.1437387
Sarıtaş, A., & Öztürk, M. C. (2018). Kültürel boyutlar kuramı değerlerinde değişim: Türkiye'nin krizlere verdiği tepkilerin sorgulanması. Selçuk İletişim, 11(1), 125-145.
Liu, Y., Weiting, T., & Tsai, W.-H. S. (2017). Global versus local consumer culture positioning in transitional market: Understanding the influence of consumer nationalism. International Journal of Strategic Communication, 11(4), 344-360.
Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of research design and methodology. John Wiley & Sons Inc.
Özcan, Ş. (2021). Türk Hava Yolları'nın 85. Yıl reklamı: milliyetçi söylemin tüketim kültürüne yansıması üzerine bir inceleme. İletişim Çalışmaları Dergisi, 7 (2): 357-381.

TELEVİZYON DİZİLERİNDE MİLLİ KİMLİĞİN YENİDEN ÜRETİMİ : BİR POPÜLER KÜLTÜR İNCELEMESİ OLARAK "TEŞKİLAT" DİZİSİ

Dr. Öğretim Üyesi Zeynep Nihan BAKIR
Avrasya University, Faculty of Communication, Department of New Media and Communication, Ortahisar, Trabzon
ORCID: 0000-0001-9989-2042
Doç. Dr. Gülten ADALI
Akdeniz University, Faculty of Communication, Department of Advertising, Konyaaltı, Antalya
ORCID: 0000-0002-7068-4482

ÖZET

Popüler kültür ürünlerinden biri olan televizyon dizileri hem ekonomi politik hem de sosyolojik açıdan toplumsal süreçleri yeniden üretebilen bir araç konumundadır. Bu anlamda bireylerin düşünme biçimini ve eylemlerini harekete geçirmek amacıyla bir takım söylemler, simgeler ve değerlerle bir anlam dünyası inşa ederken aynı zamanda seyircisiyle aynı kodlar üzerinden uzlaşır. Dizilerde yer alan milliyetçilik, ulusalcılık ve tarih gibi iletişime zemin hazırlayan milli unsurların kullanılması, kolektif bir belleğin diziler aracılığıyla yeniden üretilmesi anlamına da gelmektedir. Buradan hareketle, çalışmada 'Teşkilat'[4] adlı dizinin, izleyiciye verilen kutsallık, kahramanlık, başarı ve vatan sevgisi gibi unsurların temsillerine yer verilecektir. Araştırmanın amacı, bir popüler kültür ürünü olan Teşkilat dizisinde yer verilen ulusal ve milli kimliğin yeniden üretiminin analiz edilmesidir. Bu bağlamda, "Türkiye'nin isimsiz kahramanlarının öyküsü" olarak lanse edilen ve 7 Mart 2021 yılında yayın hayatına başlayan ve şuan beşinci sezonuyla devam eden dizinin tüm sezon bölümleri izlenerek amaca yönelik örneklemle belirlenen sahnelerde konu bağlamında anlatı biçimlerinde yer alan görsel ve işitsel unsurlar betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Çalışmada popüler kültür ile televizyon dizileri arasındaki ilişki açıklanırken, örneklem olarak alınan dizide yer verilen ideolojik göstergelerin popüler kültürden etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın medya üzerinden inşa edilen 'milliyetçilik' ve 'milli kimlik' gibi ideolojilerin ve düşüncelerin diziler aracılığıyla kitleselleştirici sürecini ortaya koyması açısından alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Popüler kültür, Medya, Dizi, Milliyetçilik, Milli kimlik.

[4] "Televizyon tarihinde ilk kez Milli İstihbarat Teşkilatı'nın olağanüstü deneyimleri bir senaryoya aktarılırken, Türkiye tarihinin gerçek olaylarına ve gerçek kahramanlarına sırtını dayayan dizide, kötü adamların kim olduğu da çok konuşulacak" dizinin tanıtım metninde yer alan bu ifade bile bu dizinin araştırmanın konusu olmaya ne kadar da uygun olduğunu kanıtlar niteliktedir. (https://tims.tv/diziler/teskilat)

THE REPRODUCTION OF NATIONAL IDENTITY IN TELEVISION SERIES: THE SERIES 'TEŞKİLAT' AS A POPULAR CULTURE STUDY

ABSTRACT

Television series, one of the products of popular culture, is a tool that can reproduce social processes both in political economy and sociological terms. In this sense, while constructing a world of meaning with a set of discourses, symbols and values in order to mobilise the way of thinking and actions of individuals, it also reconciles with its audience through the same codes. The use of national elements such as nationalism, nationalism and history in TV series, which prepare the ground for communication, also means the reproduction of a collective memory through TV series. From this point of view, the study will include the representations of elements such as holiness, heroism, success and patriotism given to the audience in the TV series 'Teşkilat'. The aim of the study is to analyse the reproduction of national and national identity in Teşkilat, a popular culture product. In this context, all season episodes of the series, which is touted as 'the story of Turkey's unsung heroes' and started broadcasting on 7 March 2021 and is currently in its fifth season, were watched and the visual and auditory elements in the narrative forms in the context of the subject in the scenes determined by sampling for the purpose were analysed by descriptive analysis method. In the study, while explaining the relationship between popular culture and television series, it was concluded that the ideological indicators in the series taken as a sample were influenced by popular culture. It is thought that the study will contribute to the field in terms of revealing the massification process of ideologies and ideas such as 'nationalism' and 'national identity' constructed through the media.

Keywords: Popular culture, Media, Television serials, Nationalism, National identity.

SKOLYOZU OLAN KİŞİLERDE REFORMER PİLATES VE FİZYOTERAPİNİN SKOLYOZ EĞRİLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

Berkay LÖKLÜOĞLU
Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Sports Sciences, Department of Coaching Education 31070 Antakya, Hatay
ORCID: 0000-0003-2177-1624
Sedat ÖZCAN
Süleyman Demirel University, Faculty of Sports Sciences, Department of Exercise and Sports Sciences 32260 Merkez, Isparta
ORCID: 0000-0002-0428-3883

ÖZET

Skolyoz, yaşam kalitesini olumsuz etkileyen bir duruş bozukluğudur. Önlenmesi ve tedavisi için çeşitli yöntemler ve müdahaleler vardır. Vücut duruşunu düzeltmek için uygulanan reformer pilates egzersizleri ve fizyoterapi müdahalelerinin skolyoz derecesini nasıl etkileyeceği önemlidir. Bu bilgilerden yola çıkarak, bu çalışmada skolyozu olan kişilerde reformer pilates egzersizleri ve fizyoterapi uygulamalarının skolyoz derecesi üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmaya 15-45 yaş arası skolyozu olan 16 kişi gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar rastgele antrenman grubu (31.87 ± 7.34 yıl, 166.37 ± 4.81 cm, 60.37 ± 3.54 kg) ve fizyoterapi grubu (26.75 ± 8.56 yıl, 165.62 ± 5.24 cm, 59.25 ± 4.86 kg) olarak ayrıldı. Reformer pilates antrenman programı altı hafta boyunca haftada üç kez uygulandı. Fizyoterapi uygulamaları haftada bir gün uygulandı. Skolyoz derecesi, antrenman programı ve uygulamalardan önce ve sonra radyografik görüntüleme ve Cobb açısı değerlendirmesi ile belirlendi. Veriler Shapiro-Wilk testine göre normal dağılım gösterdiğinden, ön test ve son test arasındaki ve gruplar arasındaki farkı ölçmek için bağımsız örneklem t-testi kullanıldı. Veri analizi için SPSS 22 paket programı kullanılmış ve anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edilmiştir. Antrenman ve fizyoterapi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Bu bulgular, eğitim grubu ile fizyoterapi grubu arasındaki öntest - sontest ortalama farklarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Reformer Pilates antrenmanının fizyoterapiye göre skolyoz eğriliğini daha fazla azalttığı bulunmuştur. Sonuç olarak, Reformer pilates, fizyoterapiye kıyasla skolyoz derecesini daha etkili bir şekilde azaltabilir ve düzeltme sürecini olumlu yönde etkileyebilir.

Anahtar Kelimeler: Skolyoz, fizyoterapi, reformer pilates

THE EFFECT OF REFORMER PILATES AND PHYSIOTHERAPY ON SCOLIOSIS CURVATURE IN PATIENTS WITH SCOLIOSIS

ABSTRACT

Scoliosis is a posture disorder that negatively affects quality of life. There are various methods and interventions for prevention and treatment. It is essential to how reformer pilates exercises and physiotherapy interventions implemented to correct body posture will affect the degree of scoliosis. Based on this information, this study aimed to investigate the effect of reformer pilates exercises and physiotherapy interventions on the degree of scoliosis in patients with scoliosis. Sixteen people aged 15-45 with scoliosis participated in the study voluntarily. Participants were randomly divided into the training group (31.87 ± 7.34 years, 166.37 ± 4.81 cm, 60.37 ± 3.54 kg) and the physiotherapy group (26.75 ± 8.56 years, 165.62 ± 5.24 cm, 59.25 ± 4.86 kg). The reformer pilates training program was implemented thrice a week for six weeks. Physiotherapy intervention was implemented one day a week. The degree of scoliosis was determined by radiographic imaging and Cobb angle assessment before and after the training program and interventions. Since the data showed normal distribution according to the Shapiro-Wilk test, an independent sample t-test was used to measure the difference between the pre-test and post-test and between the groups. SPSS 22 package program was used for data analysis, and the significance level was accepted as $p<0.05$. Statistically significant differences were found between the training and physiotherapy groups ($p<0.05$). These findings show that the pre-posttest mean differences between the training group and the physiotherapy group are statistically different from each other. Reformer Pilates training was found to reduce scoliosis curvature more than physiotherapy. Reformer Pilates may reduce the degree of scoliosis more effectively compared to physiotherapy and can positively influence the treatment process.

Keywords: Scoliosis, physiotherapy, reformer pilates

URFA ŞER'İYYE SİCİLLERİNDE EVLİLİKLE İLGİLİ KAYITLAR

Elif ALADAĞ
Yüksek Lisans Öğrencisi
Iğdır Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarih Anabilim Dalı
ORCID ID: 0009-0002-4818-6249

ÖZET

Evlenme, sözlüklerde ev bark sahibi olmak, te'ehhül, tezviç, izdivaç etmek; erkekle kadının, aile kurmak için yasaya uygun olarak birleşme, izdivaç etmesi şeklinde açıklanmıştır. Evlilik, aileyi, aileler ise toplumları oluşturur. Evlilik hemen hemen bütün toplumlarda önemli bir olgu olarak görülmüştür. Toplumların hayatiyetlerini sürdürebilmeleri, aile kurumuna önem vermeleri ile mümkün olmuştur. İnsanlar evlenerek aile oluşturmuş ve nüfusun çoğalmasını sağlamışlardır. Dinler de evlilik ve aileyi kutsal saymışlardır. Bu bağlamda İslamiyet de evliliğe ve aileye büyük önem vermiş ve evlenmeyi teşvik etmiştir. Osmanlı Devleti'nde de evlilik ve nüfusun çoğalması önem verilen konulardan olmuştur. Osmanlı Devleti, hukuk sistemini büyük ölçüde İslam hukukuna uygun olarak şekillendirmiştir.

Kadı sicilleri, kadı divanı, mahkeme kayıtları, sicillât-ı şer'iyye ve yaygın kullanımı ile şer'iyye sicilleri denilen bu defterler kadı yahut nâibi tarafından tutulmakta ve çeşitli türden belgeleri içermektedir. Osmanlı Devleti'nde merkezde ve taşrada her tabakadan insanlar arasındaki hukukî ilişkilere dair kayıtları içeren bu defterler Osmanlı hayatının aile, toplum, ekonomi ve hukuk gibi birçok alanının tarihi için en önemli kaynaklardandır. Kadıların Osmanlı sistemindeki etkin rolleri sebebiyle şer'iyye sicilleri sosyal ve yerel tarih çalışmalarında da ana kaynak niteliği taşımaktadır. Bu anlamda bir sorun çıkması ihtimaline karşı önceden önlenmek için nişanlanma ve evlilikler şer'iyye sicillerine kaydedilmiştir. Sicil kayıtlarında nikâh, "*akd-i nikâh"* olarak kaydedilmiştir.

Osmanlı'da evlilik ve aile kurumu hakkında yazılmış olan akademik çalışmalar, şer'iyye sicillerinin bu konu hakkında oldukça önemli kaynaklar olduğunu göstermiştir. Ancak şer'iyye sicillerindeki evlilik ve aile hakkındaki mevcut kayıtların barındırdığı ayrıntılar, konunun yeterince ele alınmadığını göstermektedir. Bildirimizde Osmanlı Devleti'nde nikâh akitlerinin, bir başka deyişle evlilik sözleşmelerinin icra ediliş biçimleri, devletin ve toplumun evliliğe ve nikâh akitlerine bakışı Urfa şer'iyye sicillerindeki evlilikle ilgili kayıtlar esas alınarak irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Şer'iyye Sicili, Urfa, Evlilik, Nikah, Mehir.

RECORDS ON MARRIAGE IN URFA SHAR'IYYE REGISTERS

ABSTRACT

Marriage is defined in dictionaries as having a house and a home, te'ehhül, tezviç, izdivaç; the union of a man and a woman in accordance with the law to establish a family. Marriage forms families and families form societies. Marriage has been seen as an important concept in almost all societies. The maintenance of the survival of societies has been possible only if they attach importance to the institution of family. People have formed families by marrying and ensured the increase of the population. Religions have also considered marriage and family sacred. In this context, Islam also attached great importance to marriage and family and encouraged marriage. In the Ottoman Empire, marriage and population growth were among the issues given importance. The Ottoman Empire shaped its legal system largely in accordance with Islamic law.

Qadi registers are referred to as qadi divan, court records, sicillât-ı şer'iyye, and in common usage, şer'iyye registers. These books are kept by the qadi or his deputy and contain various types of documents. They are the most important sources for the history of many areas of Ottoman life such as family, society, economy and law. Due to the active role of the qadi in the Ottoman system, the shar'iyye registers are also the main source for social and local history studies. In this sense, engagements and marriages were recorded in shar'iyye registers in order to prevent problems in advance. In the registers, marriage was recorded as “akd-i nikâh”.

Academic studies on the institution of marriage and family in the Ottoman Empire have shown that Shar'iyye registers are very important historical sources on this subject. However, the details contained in the existing records on marriage and family in the shar'iyye registers show that the topic has not been adequately handled. In this paper, the methods of execution of marriage contracts in the Ottoman Empire, in other words, marriage contracts, the views of the state and society on marriage and marriage contracts will be analyzed on the basis of the records related to marriage in the Urfa Shar'iyye registers.

Keywords: Shar'iyye Sicili, Urfa, Marriage, Nikah, Mahr.

ANTALYA KURVAZİYER LİMANININ YOLCU TALEBİ VE KURVAZİYER HATLAR AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm KORALTÜRK
1İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Deniz Ulaştıma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-0092-4209

ÖZET

Antalya ili, Türkiye'nin güneyinde, merkezi Akdeniz kıyısında olan bir turizm merkezidir. Bu çalışmada 11 Nisan 2025 ile 11 Mayıs 2027 tarihleri arasında Antalya limanına uğrak yapacak gemi ve seyahat tur paketleri verileri ele alınmıştır. Veri seti armatörlerin internet siteleri ve kurvaziyer işletmelerin internet sitelerinden elde edilmiştir. Toplamda 55 adet seyahat tur paketi veri seti oluşturulmuştur. Elde edilen veri seti ile SPSS Paket program kullanılarak analiz yapılmıştır. Buna göre Antalya limanını tercih eden armatör, kurvaziyer işletmeler tespit edilmiştir. Seyahat turları, güzergahlar, tur ücretleri ve gelen gemilerin özellikleri hakkında frekans değerleri elde edilmiştir. Böylelikle Antalya limanının mevcut potansiyeli üzerinde tespitler yapılmıştır. Değerlendirme kısmında ise Antalya'nın liman şehir ve marka şehir olarak kurvaziyer turizmi desteklemesi açısından değerlendirmeler yapılarak önerilere yer verilmiştir.

Anahtar sözcükler: Antalya Limanı Armatör, Kurvaziyer İşletmeler, Antalya, Seyahat Turları.

EVALUATION OF ANTALYA CRUISE PORT IN TERMS OF PASSENGER DEMAND AND CRUISE LINES

ABSTRACT

Antalya province is a tourism center located on theMediterranean coast in the south of Turkey. In this study, data on ships and travel tour packages that will call at Antalya port between April 11, 2025 and May 11, 2027 are considered. The data set is obtained from the websites of shipowners and cruise companies. A total of 55 travel tour package data sets are created. SPSS Analysis is performed with the obtained data set. Accordingly, shipowners and cruise lines that prefer Antalya port are determined. Frequency values are btained regarding travel tours, routes, tour fees and the characteristics of incoming ships. Thus, determinations are made on the current potential of Antalya port. In the evaluation section, evaluations are made in terms of Antalya's cruise tourism as a port city and brand city and general suggestions are determined.

Key words: Antalya Port, Shipowners and Cruise Lines, Antalya, Tour packages.

1. GİRİŞ

Antalya ili, Türkiye'nin güneyinde, merkezi Akdeniz kıyısında olan bir turizm merkezidir. Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Antalya'da, kışlar ılıman ve yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçer (Antalya İli, 2025). City Index 2024 listesinde tanınmada Antalya 95'inci, saygınlık ve tercih edilebilir sıralamasında Antalya 93 sırada yer alarak genel sıralamada 93. Sırada yer almaktadır. Antalya ilinin bölgedeki turistik alanlar ve iklimi ile turizme katkısı çok büyüktür. Son yıllarda Antalya Kurvaziyer limana gelen yolcu sayısını artışta bunu göstermektedir. Yine turistler gezileri esnasında alışverişle ile bölge ekonomisine katkı sağlamaktadır. Antalya ili Türkiye'nin en kalabalık 5. Şehri olmuştur. Antalya limanının bu denli gelişmesinde, turizm sektörünün ilerlemesi büyük oranda etkili olmaktadır. Antalya limanı günümüzde daha çok yat ve marina limanı olarak öne çıkmaktadır. Pandemi öncesi en son veriler ışığı altında, Kurvaziyer Endüstrisinin Dünya çapında milyonlarca insan için iş ve ekonomik fırsat yaratılmasında önemli katkı sağlamasına ifade eden göstergeler aşağıda sunulmuştur (CLIA, 2024);

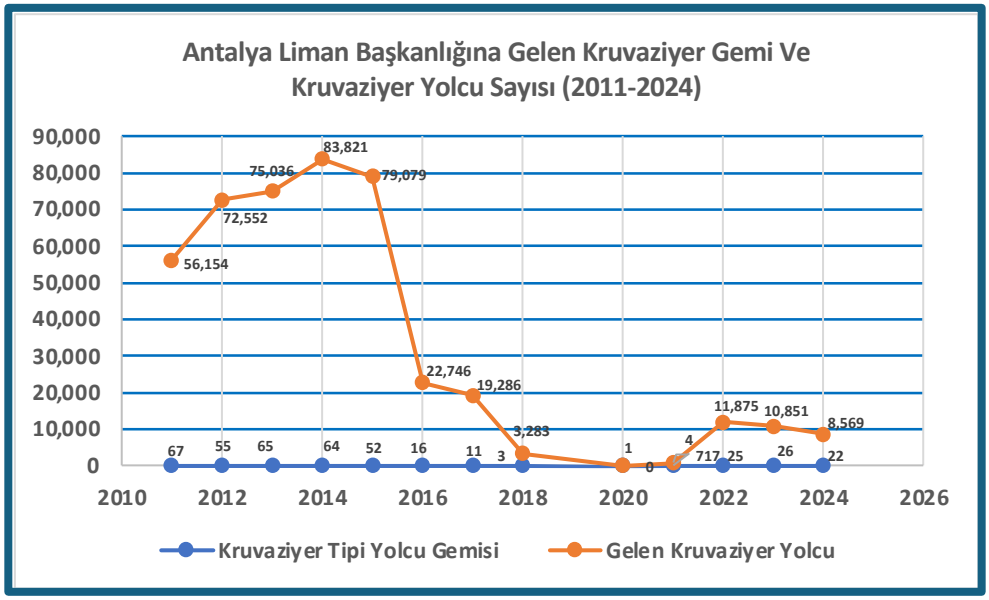
- 34,6 Milyon Yolcu,
- 1.600.000 İş İmkânı,
- 50 milyar $ maaş ve ücret,
- 168,6 milyar $ dünya çapında çıktı sağlamaktadır.

Antalya Limanı Genel Özellikleri aşağıda şekilde özetlenmiştir (Q Terminals Antalya, 2025). (Antalya Kruvaziyer Limanı, 2025)

Q Terminal	
İşletme Hakkı	Q Terminals İşletmeleri
Yönetim	Devletten 2006 yılından itibaren 22 yıllık kiralama
Kordinat	36°50'10.4"K 30°36'21.7"
Derinlik	9.5m
Rıhtım	Toplam 510m; 3 iskele
Yolcu Terminali	1830 m^2
Ana Mendirek	1440
Tali Mendirek	650
Yolcu Alanı	990m^2
Bagaj Kapasitesi	600

Kurvaziyerler, "bir veya daha fazla uğrak limanı sunan okyanus yolculuklarında zevk arayan gezginlerin taşınması" olarak önerilmektedir (Kendall, 1986). Kurvaziyer, zevk için veya tatil için yapılan ve genellikle birkaç yere uğrayan bir gemi veya tekne yolculuğudur (Cambridge Dictionary, 2024). Kurvaziyer, her büyük dünya bölgesinde faaliyet gösteren kurvaziyer hatlarıyla küresel bir endüstridir (Rodrigue & Notteboom, 2013).Sosyo ve ekonomik etkilerinden

bahşetmişlerdir (Davenport, J. & Davenport, J.L, 2006) (Lloret, Carreno, Caric, H., San, J ve Fleming L.E, 2021). Antalya Limanı üzerine yer Seçimi araştırması, (Aydın, Bitiktaş, & Balık, 2020) (TURSAB, 2023). Rodrigue ve Notteboom, kruvaziyer endüstrisindeki mevcut eğilimin "bir geminin kendi başına varış noktasını temsil etmesi, esasen tüm ilgili tesislerle (barlar, restoranlar, tiyatrolar, kumarhaneler, yüzme havuzları, vb.) yüzen bir tatil yeri gibi davranması" olduğunu belirlemiştir (Yui-yip Lau ve Tsz Leung Yip, 2020) ve (Rodrigue ve Notteboom, 2013). Kruvaziyer Turizmi türü, özellikle deniz ve kültür turu destinasyonlarında önemli bir ekonomik katma değerdir (Alkan, Koraltürk, Eroğlu Pektaş ve Kahraman, 2015).



Antalya Limanına gelen gemi sayısı 2011 yılında 67 iken 2024 yılında bu sayının 26'ya düştüğü gözlenmektedir. 2014 yılında Antalya Limanına gelen en yüksek yolcu sayısı olan 83,821 ile ulaşıldığı gözlenmektedir. Daha sonra yolcu sayısı zamanla düşüş gösterdiği 2024 yılına gelindiği 22 gemi ile 8569 yolcu geldiği gözlenmektedir. Antalya limanının Q port liman işletmesi tarafından işletilmeye başlamasından sonra gelen gemi sayısı ve yolcu sayısının pandemi dönemine nazaran hareketlendiği görülmektedir.

2.Materyal Yöntem

Bu çalışmada 11 Nisan 2025 ile 11 Nisan 2027 tarihleri arasında Antalya limanına uğrak yapacak gemi ve seyahat tur paketleri verileri ele alınmıştır. Veri seti armatörlerin internet siteleri ve kurvaziyer işletmelerin internet sitelerinden elde edilmiştir. Toplamda 55 adet seyahat tur paketi

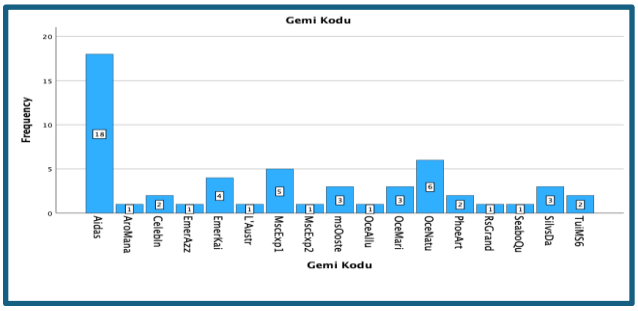
veri seti oluşturulmuştur. Elde edilen veri seti SPSS program kullanılarak analiz yapılmıştır (Cruiseinturkey, 2025), (Cruisemapper, 2025). Buna göre Antalya limanını tercih eden armatör, kurvaziyer işletmeler tespit edilmiştir. Seyahat turları, güzergahlar, tur ücretleri ve gelen gemilerin özellikleri hakkında frekans değerleri elde edilmiştir.

3. Bulgular

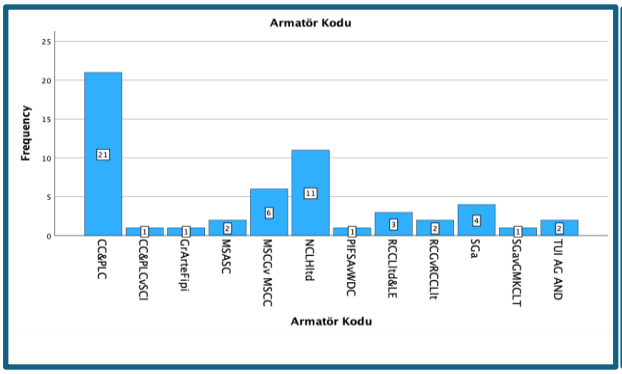
Antalya limanına 11 Nisan 2025- 11 Nisan 2027 tarihlerinde 17 adet gemi geleceği tespit edilmiştir. Tablo 1'de Gemi adları, Armatör adları ve Kuryaziyer Hatlar (Cruise Line) adları gösterilmektedir. Şekil 2'de Antalya Limanına gelecek gemilerin frekans dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 1. Gemi Adı, Armatör Adı, Kruvaziyer Hat Adı

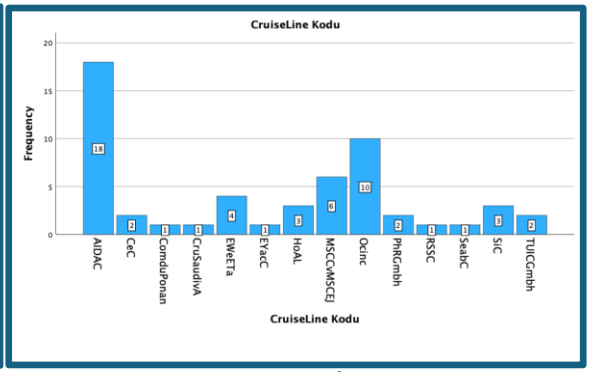
Gemi Adı	Gemi Kodu	Armatör Adı	Armatör Kodu	CruiseLine Kodu	Cruise Line
L'Austral	L'Austr	Groupe Artemis (Financiere Pinault)	GrArteFipi	ComduPonan	Compagnie du Ponant Cruises
Aroya Manara	AroMana	PIF-Public Investment Fund Saudi Arabia (via World Dream Company Inc)	PIFSAvWDC	CruSaudivAroya	Cruise Saudi (via Aroya Cru
Oceania Nautica	OceNatu	(NCLH) Norwegian Cruise Line Holdings Ltd	NCLHltd	Ocinc	Oceania Cruises Inc
Ocean Allur	OceAllur	(NCLH) Norwegian Cruise Line Holdings Ltd	NCLHltd	Ocinc	Oceania Cruises Inc
MSC Explora 1	MscExp1	Mediterranean Shipping Company (MSC Group) via MSC Crociere SpA	MSCGv MSCCrS	MSCCvMSCEJ	MSC Cruises (via MSC Explora Journeys)
AIDAstella	Aidas	Carnival Corporation & PLC	CC&PLC	AIDAC	AIDA Kreuzfahrten (AIDA Cruises)
Oceania Marina	OceMari	(NCLH) Norwegian Cruise Line Holdings Ltd	NCLHltd	Ocinc	Oceania Cruises Inc
Emerald Azzura	EmerAzzu	Scenic Group (Australia) via GMK Consulting Ltd (Malta)	SGavGMKCLTd	EYacC	Emerald Yacht Cruises
Phoenixline Artania	PhoeArt	MS Artania Shipping Company GmbH	MSASC	PhRGmbh	Phoenix Reisen GmbH
Celebrity Infinity	CelebIn	RCG-Royal Caribbean Group (via RCCL-Ltd)	RCGvRCCLltd	CeC	Celebrity Cruises
RegentSeven Seas Grandeur	RsGrande	(NCLH) Norwegian Cruise Line Holdings Ltd	NCLHltd	RSSC	(RSSC) Regent Seven Seas Cruises
TUIMein Schiff 6	TuiMS6	TUI AG and RCCL (Ltd)	TUI AG AND RCCLltd	TUICGmbh	TUI Cruises GmbH
SilverseaSilver Dawn	SilvsDawn	(RCCL)ltd & Lefebvre Family (Rome, Italy)	RCCLltd&LEFG	SiC	Silversea Cruises
ms Oosterdam	msOoster	Carnival Corporation & PLC	CC&PLC	HoAL	Holland America Line
Seabourn Quest	SeaboQue	Carnival Corporation & PLC (via Seabourn Cruise Line Ltd)	CC&PLCvSCltd	SeabC	Seabourn Cruises
Emerald Kaia	EmerKaia	Scenic Group (Australia) via GMK Consulting Ltd (Malta)	SGa	EWeETa	TUI Cruises GmbH
MSC Explora2	MscExp2	Mediterranean Shipping Company (MSC Group) via MSC Crociere SpA	MSCGv MSCCrS	MSCCvMSCEJ	MSC Cruises (via MSC Explor



Şekil 2. Gelen Gemi Sayısı

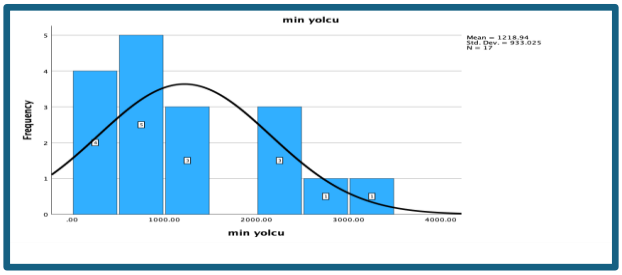


Şekil 3. Armatörlerin Sahip Olduğu Gemi Sayısı

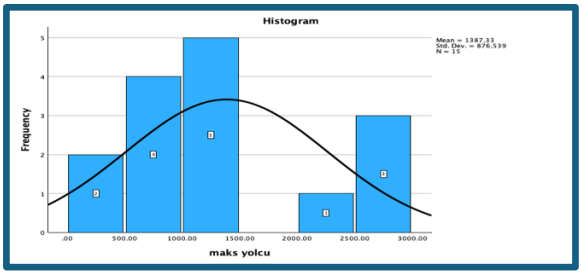


Şekil 4. Kruvaziyer Hatların İşlettikleri Gemi Sayısı

gösterilmektedir. Buna göre; Aidastella adlı geminin 18 uğrak yapacağı tespit edilmiştir.12 armatörün gemilerinin uğrak yaptığı ve 14 adet Kurvaziyer İşletmenin gemilerinin de Qport limanına uğrak yapacağı tespit edilmiştir.

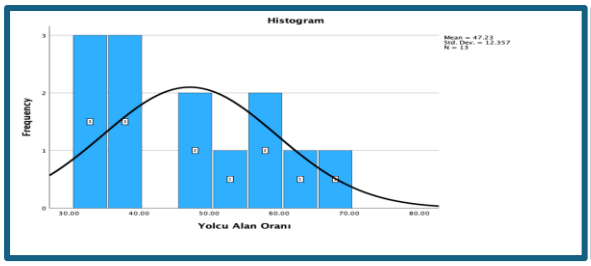


Şekil 5. Gemilerin Minimum Yolcu Sayısı

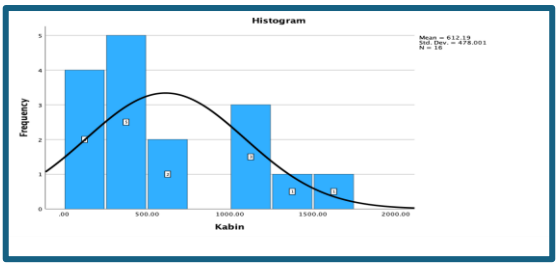


Şekil 6. Gemilerin Maksimum Yolcu Sayısı

Buna göre gemi özellikleri aşağıdaki şekillerde özetlenmektedir. Antalya limanına gelecek gemilerin minimum ve maksimum yolcu kapasiteleri şekil 5 ve şekil 6'da gösterilmektedir. Buna göre gemilerin ortalama minimum yolcu sayısı 1218,94 ve ortalama maksimum yolcu sayısı 1387,33 olarak gözlenmektedir.

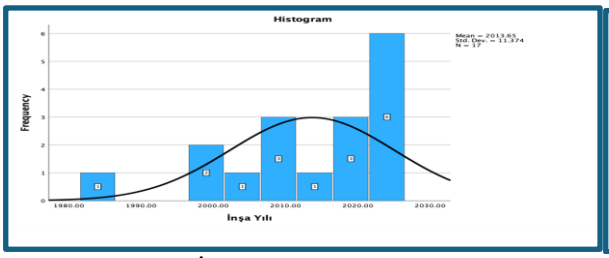


Şekil 7. Yolcu Alan Oranı

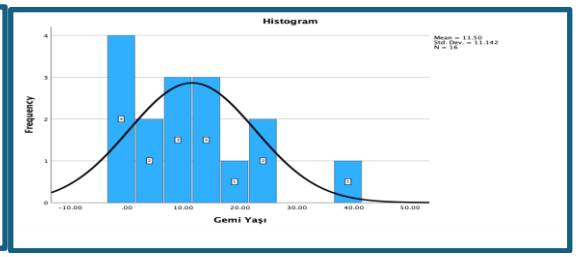


Şekil 8. Kabin Sayısı

Antalya limanına gelecek gemilerin yolcu alan oranı şekil 7'de gösterilmektedir. Buna göre yolcu alan oranı 47,23 olarak gözlenmektedir. Şekil 8'de gemilerin ortalama kabin kapasitesi 612,19 olarak gözlenmektedir.

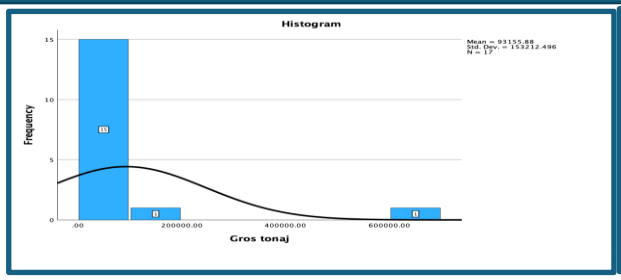


Şekil 9. İnşa Yılı

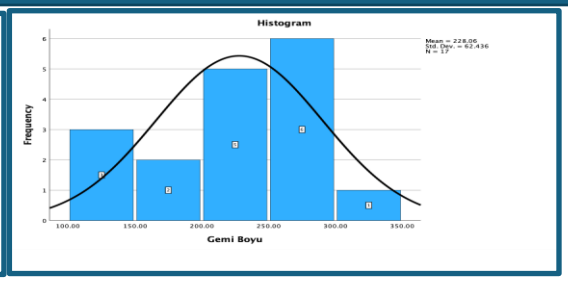


Şekil 10. Gemi Yaşı

Antalya limanına gelecek gemilerin inşa yılı şekil 9'da 2013 olarak gözlenmektedir. Şekil 10'da gemilerin yaş ortalaması 11,50 olarak gözlenmektedir.

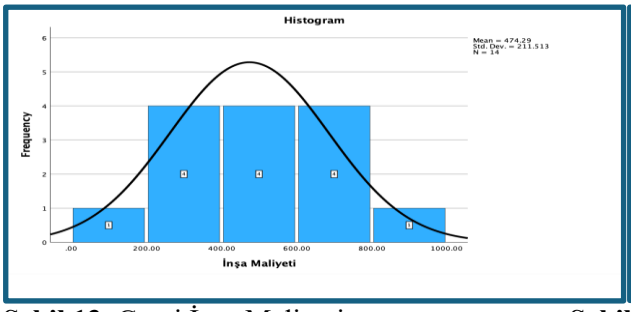


Şekil 11. Gros Tonaj

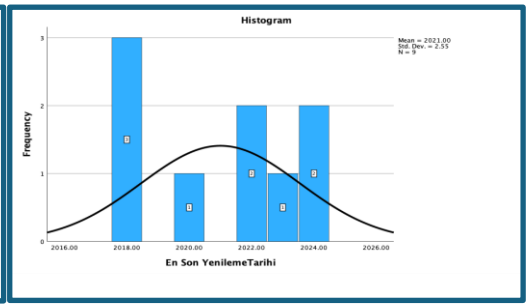


Şekil 12. Gemi Boyu

Gemilerin gros tonajının ortalaması şekil 11'de gösterilmiş olup 93.155,88 olarak gözlenmektedir. Şekil 12'de gemilerin ortalama boyu 228,06 olarak gözlenmektedir.

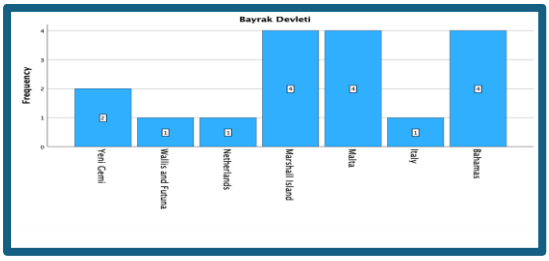


Şekil 13. Gemi İnşa Maliyeti

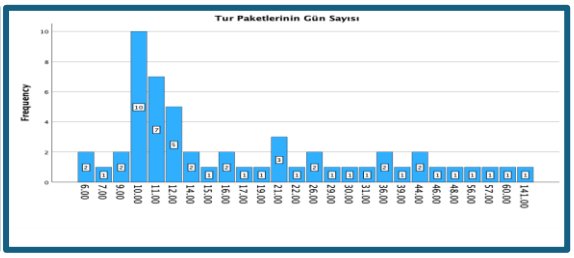


Şekil 14. En Son Yenileme Tarihi

Şekil 13'te gemilerin ortalama inşa maliyeti 474,29 milyon dolar olarak elde edilmiştir. Şekil 14'te yenileme bakımına giren gemi sayısı 9 ortalama yenileme yılı 2021 olarak bulunmuştur.



Şekil 15. Bayrak Devleti

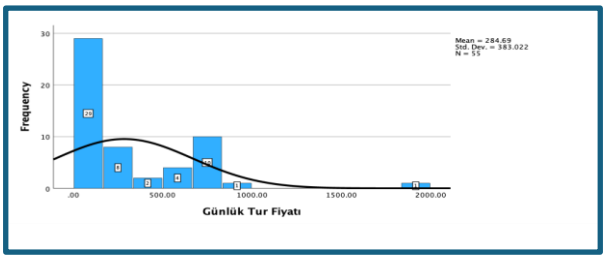


Şekil 16. Tur Paket Gün Sayısı

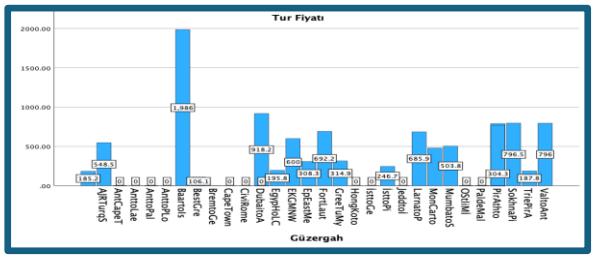
Gemilerin Bayrak devleti şekil 18'de gösterilmektedir. İlk üç sırayı Bahama, Marshall Adaları ve Malta Bayrakları paylaştığı gözlenmektedir. Şekil 15, şekil 16, şekil 'de satışa sunulan tur paketleri, güzergah, fiyat ve günlük fiyat ortalamaları gösterilmektedir. Buna göre 11 Nisan 2025 ile 11 Nisan 2027 tarihleri arasında Antalya limanı için toplamda 55 adet tur paketi satışa sunulmaktadır. 24 adet tur paketin 2025 yılı için satışa sunulurken 2026 yılı için 31 adet tur pakete satışa sunulduğu tespit edilmiştir.

Bu tur paketleri toplam 35 güzergahı kapsamaktadır. Tur paketlerinin güzergah yoğunluğu incelendiğinde direkt Antalya çıkışlı güzergahlar; Palma de Mallorca, İstanbul, Cape Town, Port Louis, Pire, Malaga, Pire-Atina, Hong Kong, Yunan, Türkiye Kıyıları, Valetta, Dubai Akdeniz

Turları olarak görülmektedir. Ayrıca Mısır, Dubronvik, Jeddah, Civitavecchia ve Efes gibi tur rotalarının oluşturduğu gözlenmektedir. Tur paketlerinin en fazla 10 günlük tur paketini kapsadığı bunu 11 günlük ve 12 günlük tur paketlerinin takip ettiği şekil 19'da gözlenmektedir.



Şekil 17. Günlük Ortalama Tur Fiyatı



Şekil 18. Günlük Güzergah Tur Fiyatı

Şekil 17ve şekil 18'de internet sitelerinden elde edilen bilgilere göre toplam tur fiyatları ve günlük tur fiyatları gösterilmektedir. Toplam tur fiyatlarının ortalaması 10,521 dolar ve günlük ortalama ücreti 285 dolar olduğu görülmektedir.

4. Değerlendirme

Buna göre Antalya Limanı giderek önemini artıran bir liman haline gelmektedir. 2006 yılında Çelebi Holding iştirakından sonra 2010 yılında şirket hisselerini devretmiştir. Q Terminal olarak Şirketi tarafından işletilmeye başlayan liman 2024 yılında 22 gemi uğrağı sayısı olmasına karşın turist sayısı fazla olduğu görülmektedir. Antalya limanına 2011 yılında en fazla gelen gemi sayısı 67 olarak tespit edilmiştir. 2024 yılı gelen gemi sayısı ile karşılaştırıldığında 22 neredeyse üçte bir oranında düştüğü gözlenmektedir. Antalya limanı günümüzde daha çok yat ve marina limanı olarak öne çıkmaktadır. Tur paketleri incelendiğinde 17 adet geminin Antalya limanına uğrak yapacağı tespit edilmektedir. Armatörler bazında incelendiğinde birinci sırada Carnival Corporation & PLC'nin 21 adet tur paketini satışa sunduğu, ikinci sırada Norwegian Cruise Line Holding'in 11 adet tur paketi satışa sunduğu görülmektedir. AidaCruise Kurvaziyer Hattın 18 adet tur paketini satışa sunduğu ve ikinci sırada Oceania Cruises Inc 10 adet tur paketini satışa sunduğu anlaşılmaktadır. Antalya limanı için 24 adet tur paketin 2025 yılı için satışa sunulurken 2026 yılı için 31 adet tur pakete satışa sunulduğu tespit edilmiştir. Tur paketleri toplam 35 güzergahı kapsamaktadır. Tur paketlerinin güzergah yoğunluğu incelendiğinde direkt Antalya çıkışlı güzergahlar; Palma de Mallorca, İstanbul, Cape Town, Port Louis, Pire, Malaga, Pire-Atina, Hong Kong, Yunan, Türkiye Kıyıları, Valetta, Dubai ve Akdeniz Turları olarak görülmektedir. Ayrıca Mısır, Dubronvik, Jeddah, Civitavecchia ve Efes gibi tur rotalarının oluşturduğu gözlenmektedir.

Tur paketlerinin en fazla 10 günlük tur paketini kapsadığı bunu 11 günlük ve 12 günlük tur paketlerinin takip ettiği anlaşılmaktadır.

5. Sonuç

Her ne kadar 2010 yılındaki gemi ve yolcu sayısına erişilmesi hedeflensede 2025-2026 yılları arasında gemi bazında bu değerlere ulaşılamıyacağı tespit edilmiştir. Pandemiden sonra Antalya kruvaziyer limanını mevcut potansiyelinin iyileştiği gözlenmektedir. Ancak istenilen seviyelere erişilemediği aşikardır. Bunun yanında armatörlerin ve kruvaziyer işletmelerin yeni gözde limanı olarak tercih edildiği anlaşılmaktadır Qport terminal işletmesi bu bağlamda limanın daha fazla gemiye ve yolcuya hizmet sumayı hedeflerken limanın etkinliğini, tanınırlığını arttırma çabasında olması gerektiğidir. Önümüzdeki yıllar da daha fazla gemi ve yolcu değerleri ulaşılması arzu edilmektedir.

KAYNAKÇA

Makaleler

Alkan, G., Koraltürk, G., Eroğlu Pektaş, G., & Kahraman, C. (2015). Evaluation of Istanbul Port in Cruise Tourism in Terms of Brand Value. *International Journal of Operations and Logistics Management, 4*(4), pp. 276-285.

Aydın, S., Bitiktaş, ,. F., & Balık, İ. (2020). Antalya Kruvaziyer Liman Projesinin Yer Seçim Kriterleri ve Sorumlu Turizm Açısından Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences, 6(2), 224-238., 6*(2), 224-238.

ARAS, S. (2022). Türkiye'deki Kruvaziyer Turizm Araştırmalarının Bibliyometrik Analizi. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi/ Journal of Travel and Hospitality Business Cilt/Vol:19(2),Yıl/ Year:2022, ss/pp,238-250* , 238-550.

Brida, J. G. (2011). Residents' attitudes and perceptions towards cruise tourism development: A case study of Cartagena de Indias (Colombia). *Tourism and Hospitality Research*(2011).

Davenport, J., & Davenport, J.L. (2006). *The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: A review. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 67,, 67*, 280-292.

Johnson, D. (2002). Environmentally sustainable cruise tourism: a reality check. Marine Policy,. *Johnson, D. (2002). Environmentally sustainable cruise tourism: a reality check. Marine Policy, 26, 261-270., 26*, 261-270.

Kendall, L. (1986). The Business of Shipping. *In The business of shipping*, 482-488.

Polat, Ç., & Bitiktaş, F. (2020). Antalya İlinde Yat ve Kruvaziyer Turizminin Eknomk Etkisi. *5.Ulusal Deniz Turizmi Sempozyumu Dijital Dönüşüm.* Antalya: Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi.

Rodrigue, J., & Notteboom, T. (2013). The geography of cruises: Itineraries, not destinations. *Applied Geography, 38*, 31-42.

TURSAB. (2023). *Türkiye Kruvaziyer Turizmi Raporu Pire İçin "Limanlarımız" Yandı!* Türkiye Seyahat Acentalar Birliği.

Yui-yip Lau, & Tsz Leung Yip. (2020, December Volume 36, Issue 4, December 2020, Pages 202-213). The Asia cruise tourism industry: Current trend and future outlook. *The Asian Journal of Shipping and Logistics Volume 36, Issue 4, December 2020, Pages 202-213, 36*(4), 202-213.

Web Sayfaları

Antalya İli. (2025). Wikipedia: tr.wikipedia.org/wiki/Antalya) adresinden alındı

https://denizturizmi2020.deu.edu.tr/wp-content/uploads/2020/03/6-Fevzi-Bitiktas_5.UDTS_.pdf adresinden alındı

Antalya Kruvaziyer Limanı. (2025). Nisan 2025 tarihinde Suüstünde: https://www.suustunde.com/tr/content-details/antalya-kruvaziyer-limani.html?ContentID=97 adresinden alındı

Anadolu Ajansı. (2025). *Dünyanın "100 marka şehri" belli oldu*. Anadolu Ajansı: https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/dunyanin-100-marka-sehri-belli-oldu/3386850#:~:text=3%20b%C3%BCy%C3%BCk%C5%9Fehrin%20temel%20ba%C5%9Far%C4%B1%20s%C4%B1ralamas%C4%B1,%2C%20%C4%B0zmir%2097'nci%20oldu. adresinden alındı

*Cruise Line Interanational Association (CLIA) 2023 Global Passenger Report (2023).*Accessed Date: 17.02.2025, https://cruising.org/en-gb/news-and-research/research/2024/april/2023-global-passenger-report is retrieved.

Cruise Line Interanational Association (CLIA). *State of the Cruise Industry Report* (2024). Accessed Date: 11.10.2024, https://cruising.org/-/media/clia-media/research/2.024/2024-state-of-the-cruise-industry-report_041424_web.ashx is retrieved.

Cruisemapper (2024). Cruiselines, Accessed Date: 11.10.2024,https://www.cruisemapper.com/cruise-lines is retrieved.

Cruisemapper (2024) Ships Details,Accessed Date: 11.10.2024,https://www.cruisemapper.com/ships is retrieved.

Cruiseinturkey (2024). Akdeniz Gemi Turları, Accessed Date: 21.10.2024, https://www.cruisesinturkey.com/destinasyonlar/akdeniz-gemi-turlari.html is retrieved.

Londra Aktüel (2024): https://londraaktuel.com/dunyanin-en-iyi-kentsel-markalar-listesi-aciklandi/ adresinden alındı

Q Terminals Antalya. (2025) https://www.qterminals-antalya.com/cruise/: https://www.qterminals-antalya.com/cruise/ adresinden alındı

UNWTO. (2024, Nisan 17). UNWTO: https://www.unwto.org/news/international-tourism-to-reach-pre-pandemic-levels-in-2024#:~:text=International%20tourism%20hit%20US%241.4,earned%20by%20destinations%20in%202019. adresinden alındı

İZMİR İLİNİN KRUVAZİYER TURİZMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm KORALTÜRK
1İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Deniz Ulaştıma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-0092-4209

ÖZET

İzmir limanı, Çeşme Limanı ve Dikili Limanı İzmir ili sınırları içinde bulunan kruvaziyer limanlardır. Bu çalışmada üç liman birbirlerine göre değerlendirecektir. 2011-2024 yılları arasında gelen gemi ve yolcu sayıları incelendiğinde Çeşme limanına gelen gemi sayısının az olmasına karşın gelen yolcu sayısının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Veri seti armatörlerin internet siteleri ve kruvaziyer işletmelerin internet sitelerinden elde edilmiştir. Buna karşın İzmir limanına gelen gemi sayısı ve yolcu sayılarının yüksek olduğu gözlenmektedir. Birinci aşamada limanların teknik özellikleri karşılaştıracaktır. İkinci aşamasında ise seyahat tur acentelerinin 1 Mart 2025 ile 1 Mart 2028 yılları arasında satışa sunduğu tur paketleri ele alınmıştır. Üç liman için liman bazlı, kruvaziyer işletme bazlı hat analizi yapılarak limanlara uğrayan gemilerin özellikleri, güzergahları, tur ücretleri ve tur paketleri hakkında çıkarımlar yapılmıştır. Böylelikle İzmir ilinin mevcut potansiyeli üzerinde tespitler yapılmıştır. Değerlendirme kısmında ise İzmir ilinin liman şehir ve marka şehir olarak kruvaziyer turizmi desteklemesi açısından değerlendirmeler yapılarak önerilere yer verilmiştir.

Anahtar sözcükler: İzmir, Kruvaziyer Hatlar, Çeşme, Seyahat Turları, Türkiye

TAHRİBATSIZ MUAYENEDE KULLANILAN RADYOAKTİF İZOTOPU İRİDYUM-192 SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Enes KAŞIKÇI
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, KBRN Tehditleri Yönetimi Ankara
ORCID ID: 0009-0003-4414-7362
Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı A.D. Ankara
ORCID ID: 0000-0002-8687-7238

ÖZET

Endüstriyel radyografi, malzemelerin iç yapısını tahrip etmeden incelemek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde en sık tercih edilen radyoaktif izotoplardan biri de İridyum-192'dir. İridyum-192, yüksek penetrasyon gücüne sahip olması nedeniyle özellikle kaynaklı bağlantıların ve yoğun metal bileşenlerin incelenmesinde etkin bir rol oynamaktadır. Ancak radyoaktif bir kaynak olması nedeniyle maruziyet durumunda insan sağlığı üzerinde ciddi etkiler yaratabilir. İridyum-192'nin insan sağlığı üzerindeki etkileri detaylandırılacaktır. Radyasyona maruziyetin kısa ve uzun vadeli etkileri ele alınarak, özellikle iyonize radyasyonun insan sağlığı açısından yarattığı değişiklikler incelenecektir. Radyasyonun hücresel mutasyonlara, DNA hasarına ve bağışıklık sisteminin zayıflamasına neden olabileceği bilinmektedir. Uzun süreli maruziyetin kanser, organ yetmezliği ve nörolojik rahatsızlıklar gibi ciddi sağlık sorunlarını tetikleyebilecektir. Radyasyon güvenliği açısından AFAD,Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu, Sağlık Bakanlığı, ABD Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezi gibi kuruluşların doz limitleri, kişisel koruyucu ekipmanlar ve güvenli çalışma prosedürleri gibi kritik veriler değerlendirilecektir. İridyum-192'nin endüstriyel radyografi alanında kullanımı, tahribatsız muayene süreçlerinde önemli avantajlar sağlarken, kontrolsüz maruziyet ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu nedenle, İridyum-192 ile çalışan bireylerin maruziyet sürelerinin dikkatle takip edilmesi ve uluslararası radyasyon güvenliği standartlarına uyulması büyük önem taşımaktadır. Radyasyon kaynaklarıyla çalışan personelin düzenli sağlık taramalarından geçirilmesi, eğitimlerinin sürekli güncellenmesi ve çalışma ortamlarının uygun güvenlik önlemleriyle donatılması, olası sağlık risklerini en aza indirecektir. Bununla birlikte, teknolojik gelişmeler doğrultusunda daha güvenli ve düşük riskli alternatiflerin araştırılması, gelecekte daha sağlıklı çalışma koşullarının oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

Bu çalışma, İridyum-192 kullanımında güvenlik bilincinin artırılmasını hedefleyerek, endüstriyel radyografi sektöründe çalışan profesyonellerin sağlığını koruma adına alınması gereken önlemleri ve olası kaza durumunda nasıl müdahale edileceği üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İridyum-192, radyasyon güvenliği, sağlık etkileri, iyonize radyasyon, mesleki hastalıklar.

HEALTH EFFECTS OF THE RADIOACTIVE ISOTOPE IRIDIUM-192 USED IN NON-DESTRUCTIVE TESTING

ABSTRACT

Industrial radiography is a widely used method for non-destructive testing of internal structures in materials. Among the radioactive isotopes commonly utilized in this technique, Iridium-192 stands out due to its high penetration capability, especially in inspecting welded joints and dense metal components. However, as a radioactive source, exposure to Iridium-192 can pose significant health risks. This study examines the health effects of Iridium-192, focusing on both the short- and long-term consequences of ionizing radiation exposure. Radiation can lead to cellular mutations, DNA damage, and weakening of the immune system, while prolonged exposure may result in cancer, organ failure, and neurological disorders. The study evaluates critical data on radiation safety, including dose limits, personal protective equipment, and safe work procedures, as set by institutions such as AFAD, the Turkish Energy, Nuclear and Mineral Research Agency (TENMAK), the Ministry of Health, and the CDC. While Iridium-192 provides significant advantages in industrial radiography applications, uncontrolled exposure may lead to serious health issues. Therefore, strict adherence to international safety standards, regular health screenings, updated training, and proper protective measures in the workplace are essential. Additionally, investigating safer and lower-risk alternatives in light of technological advancements may contribute to healthier working conditions in the future. This study aims to raise awareness of safety practices in the use of Iridium-192 and emphasizes the necessary precautions and emergency response measures to protect professionals in the industrial radiography sector.

Keywords: Iridium-192, radiation safety, health effects, ionizing radiation, occupational diseases

1. GİRİŞ

Endüstriyel radyografi, özellikle metal yapılar ve kaynaklı bileşenler gibi kritik alanlarda malzeme iç yapısının değerlendirilmesinde kullanılan etkili ve yaygın bir tahribatsız muayene yöntemidir. Bu yöntemin temelinde, radyoaktif kaynaklardan yayılan iyonize radyasyonun, malzeme

içerisindeki kusurları görünür hale getirmesi yatmaktadır. Bu bağlamda İridyum-192 (Ir-192), yüksek penetrasyon kapasitesi ve uygun yarı ömrü sayesinde endüstriyel uygulamalarda sıklıkla tercih edilen bir radyoizotoptur. Ancak, İridyum-192'nin sağladığı teknik avantajların yanında, potansiyel sağlık riskleri de göz ardı edilmemelidir. Radyasyonun biyolojik dokular üzerindeki etkileri, maruziyet süresi, doz miktarı ve korunma önlemlerine bağlı olarak ciddi boyutlara ulaşabilmektedir. Özellikle mesleki maruziyet riski taşıyan personelin radyasyonla ilişkili sağlık sorunlarına karşı korunması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, endüstriyel radyografi uygulamalarında kullanılan İridyum-192'nin insan sağlığı üzerindeki etkileri çok yönlü olarak ele alınacak, ulusal ve uluslararası düzeyde uygulanan güvenlik standartları incelenecektir. Ayrıca, İridyum-192'ye maruziyetin kısa ve uzun vadeli biyolojik sonuçları, alınması gereken önlemler ve bu alanda görev yapan personelin korunmasına yönelik öneriler sunulacaktır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. İridyum-192'nin Fiziksel ve Radyolojik Özellikleri

İridyum-192 (Ir-192), periyodik tabloda 77 numaralı element olan iridyumun bir izotopudur ve yapay yollarla nükleer reaktörlerde üretilir. Yarı ömrü yaklaşık 73.8 gün olan bu izotop, bozunma sürecinde beta ve gama radyasyonu yayar. Özellikle yayılan gama ışınları, yüksek penetrasyon kabiliyeti sayesinde metallerin iç yapısına ulaşarak malzeme içi kusurların tespiti açısından büyük avantaj sağlar. Enerji seviyeleri 0.136, 0.316 ve 0.468 MeV gibi farklı değerlerde olup, bu durum onu endüstriyel radyografide oldukça etkili bir hale getirir. İridyum-192, kompakt formda kapsüllenmiş kaynaklar halinde kullanılır ve taşınabilir radyografi cihazlarında kolaylıkla entegre edilebilir. Bu özelliği sayesinde sahada yapılan tahribatsız muayene işlemlerinde yüksek çözünürlükte görüntüleme sağlanmaktadır. Ancak yüksek radyoaktivitesi nedeniyle uygun muhafaza koşulları ve güvenlik önlemleri alınmadığı takdirde ciddi radyasyon riskleri doğurabilir.

2.2. Endüstriyel Radyografi Uygulamalarında Kullanımı

Endüstriyel radyografi, özellikle imalat ve inşaat sektörlerinde kaynak dikişlerinin, boru hatlarının, döküm parçalarının ve metal yapıların iç yapısının incelenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem, yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilmesini sağlayarak malzeme içindeki çatlak, gözenek, boşluk gibi kusurların tespitinde kritik rol oynar. İridyum-192, bu uygulamalarda taşınabilir radyografik cihazlara yerleştirilmiş radyoaktif kaynak olarak kullanılır. Genellikle kapalı bir kaynak kapsülünde muhafaza edilen Ir-192, çekme-tutma mekanizması ile kısa süreliğine hedef malzeme üzerinde konumlandırılır. Bu esnada yayılan gama ışınları malzeme

içinden geçerek film veya dijital dedektör üzerine düşer ve malzeme içerisindeki kusurlar belirgin hale gelir. Petrol, doğalgaz, enerji ve savunma sanayi gibi yüksek güvenlik gerektiren alanlarda İridyum-192'nin kullanımı, ekipmanların güvenilirliğini artırmakta ve potansiyel arızaların önlenmesine yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte, bu işlemlerin genellikle açık alanlarda ve geçici olarak kurulan sahalarda yapılması, maruziyet riskini artırmakta ve güvenlik önlemlerinin titizlikle uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.

2.3. Maruziyet Türleri ve Doz Seviyeleri

İridyum-192 kaynaklı radyasyon maruziyeti, çoğunlukla endüstriyel radyografi uygulamalarında çalışan personelde gözlemlenmektedir. Maruziyet genellikle iki şekilde ortaya çıkmaktadır: mesleki (kontrollü) maruziyet ve kazara (kontrolsüz) maruziyet. Mesleki maruziyet, belirli doz sınırları çerçevesinde, kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılarak yapılan kontrollü çalışma süreçlerinde gerçekleşir. Bu durumda doz seviyesi genellikle yıllık doz limitlerinin altında tutulmaya çalışılır. Uluslararası Radyolojik Koruma Komisyonu (ICRP) tarafından önerilen sınırlar doğrultusunda, meslek çalışanları için yıllık etkin doz sınırı 20 milisievert (mSv) olarak belirlenmiştir. Türkiye'de bu sınırlar Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) tarafından takip edilmekte ve denetlenmektedir. Kazara maruziyet ise, radyoaktif kaynağın yanlışlıkla açıkta kalması, uygun koruyucu önlemlerin alınmaması veya ekipman arızaları gibi durumlarda meydana gelir. Bu tür durumlarda maruziyet süresi ve mesafe faktörü oldukça kritik hale gelmektedir. Kısa süreli yüksek doz maruziyet, ciddi akut radyasyon sendromlarına yol açabilir. Doz birimleri olarak sıklıkla milisievert (mSv) ve miligray (mGy) kullanılır. Sievert birimi, radyasyonun biyolojik etkisini temsil ederken, Gray birimi emilen fiziksel radyasyon miktarını ifade eder. Radyasyonun insan sağlığına etkileri bu dozlara ve maruziyet süresine göre değişkenlik göstermektedir. 100 mSv üzeri dozlarda kanser riskinin anlamlı şekilde arttığı bilimsel literatürle desteklenmektedir.

2. 4. İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

İyonlaştırıcı radyasyon, canlı dokularla etkileşime girdiğinde hücre yapısını bozabilir, DNA hasarına yol açarak kısa ve uzun vadeli sağlık sorunlarına neden olabilir. Maruz kalınan doz ve sürenin artmasıyla birlikte etkiler daha ciddi hale gelir; akut radyasyon sendromu, cilt yanıkları, organ yetmezliği gibi durumlar oluşabilir. Uzun vadede ise kanser riski artar, genetik mutasyonlar meydana gelebilir ve üreme sistemi zarar görebilir. Özellikle hızlı bölünen hücreler (kemik iliği,

mide-bağırsak sistemi, üreme hücreleri) radyasyona karşı daha duyarlıdır. Bu nedenle radyasyona maruz kalma riski bulunan bireylerin korunması hayati önem taşır.

2.4.1 Akut Etkiler

Yüksek doz radyasyona maruz kalmak, vücutta hemen fark edilebilen çeşitli fiziksel etkiler yaratır. İridyum-192'nin yaydığı gama ışınları, özellikle yoğun dozlarda hemen gözlemlenebilecek etkilere yol açabilir. 1 Sv (1000 mSv) seviyesindeki maruziyet, başta bulantı, kusma, baş ağrısı, halsizlik gibi belirtileri ortaya çıkarır. 2 Sv civarında, daha belirgin cilt reaksiyonları ve kanama gibi komplikasyonlar görülebilir. 3 Sv üzerindeki maruziyet, ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir ve ölüm riski artar. Bu tür dozlar, akut radyasyon sendromuna (ARS) neden olabilir ve tedavi edilmezse ölümle sonuçlanabilir.

2.4.2 Kronik Etkiler

Uzun süreli düşük doz maruziyetler, kronik hastalıkların gelişmesine neden olabilir. Bu tür maruziyetler, genellikle kanser gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açar. Kanser riski, doz ile doğru orantılıdır; yani daha fazla radyasyona maruz kalınan her yıl, kanser gelişme olasılığı artar. ICRP ve TENMAK tarafından belirlenen sınırlar, yıllık maruziyetin 20 mSv'nin üzerinde olmaması gerektiğini belirtmektedir. Ancak, 100 mSv üzerindeki dozlar, kanser riskini önemli ölçüde artırır. Tiroit kanseri ve akciğer kanseri, İridyum-192'ye maruz kalan bireylerde daha yaygın olarak görülen kanser türlerindendir. 100 mSv üzerinde maruziyetin, kanser riskini %5 oranında artırdığına dair çeşitli bilimsel çalışmalar bulunmaktadır.

İridyum-192'nin içeriğindeki gama ışınları, DNA hasarına yol açar ve hücrelerin normal işleyişini bozarak kanser hücrelerinin gelişmesini tetikleyebilir. DNA çift sarmalının kırılması ve baz değişimi gibi etkiler, mutasyonlara yol açar ve bu da kanserin yanı sıra kalıtsal hastalıkların gelişmesine neden olabilir. Genetik mutasyonlar, özellikle uzun vadede etkili olabilir, çünkü mutasyona uğramış hücreler zamanla çoğalarak kanserli hücrelere dönüşebilir.

2.4.3. Bağışıklık Sistemi Üzerindeki Etkiler

Radyasyon, bağışıklık sistemini zayıflatarak, vücut savunmasını düşürür. Bu durum, enfeksiyonlara karşı duyarlılığın artmasına neden olur. Uzun süreli maruziyetler, bağışıklık hücrelerinin sayısını azaltabilir, bu da vücudun mikroplara karşı direnç göstermesini zorlaştırır. Bağışıklık baskılaması, radyasyonun uzun süreli etkileri arasında en tehlikeli sonuçlardan biridir.

2.4.4 Sinir Sistemi ve Organ Yetmezliği

Yüksek dozlarda maruziyet, nörolojik sorunlara yol açabilir. Sinir sistemi üzerinde zararlı etkiler, baş dönmesi, denge kaybı, hafıza sorunları ve öğrenme güçlükleri gibi belirtilerle kendini gösterir. Ayrıca, organ yetmezlikleri de meydana gelebilir. Özellikle karaciğer, böbrek ve kalp gibi hayati organlar, uzun süreli radyasyona maruz kaldığında hasar görebilir.

2.5. Radyasyon Güvenliği ve Korunma Yöntemleri

Radyasyonla çalışılan ortamlarda güvenliğin sağlanması, hem çalışan sağlığının korunması hem de çevresel etkilerin en aza indirilmesi açısından büyük önem taşır. Bu kapsamda radyasyondan korunma; maruz kalınan sürenin azaltılması, radyasyon kaynağıyla olan mesafenin artırılması ve uygun koruyucu kalkanların kullanılması gibi temel ilkelere dayanır. Ayrıca kişisel dozimetre ile doz takibi yapılması, radyasyon seviyelerinin düzenli olarak izlenmesi, çalışanlara periyodik eğitimler verilmesi ve acil durum tatbikatlarının gerçekleştirilmesi gibi önlemler, radyasyon güvenliğini güçlendiren uygulamalardır. Bu yöntemlerin etkin şekilde uygulanması, iyonlaştırıcı radyasyonun biyolojik sistemler üzerindeki zararlı etkilerini minimize etmek adına kritik rol oynar.

2.5.1.Radyasyondan Korunma Yöntemi

İnsan sağlığını iyonlaştırıcı radyasyonun zararlı etkilerinden korumaya yönelik temel bir disiplindir. Bu kapsamda, ulusal ve uluslararası otoritelerce kabul gören temel prensipler doğrultusunda korunma uygulamaları geliştirilmiştir. Radyasyona karşı korunma yaklaşımı temelde dört ana prensip üzerine kuruludur: Gerekçelendirme, Optimizasyon, Doz Sınırlamaları ve Maksimum Müsaade Edilen Dozlar.

2.5.1.1 Gerekçelendirme

Radyasyona maruziyeti içeren herhangi bir uygulama, sağladığı faydanın yaratacağı potansiyel zarardan fazla olması durumunda kabul edilebilir. Aksi halde, net bir yarar sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmemelidir. Bu ilkeye göre, bireyler ya da toplumun maruz kalacağı radyasyonun oluşturabileceği riskler ile elde edilecek yarar arasında kıyaslama yapılmalı; zarar göze alınabilir düzeydeyse uygulamaya izin verilmelidir.

2.5.1.2 Optimizasyon

Optimizasyon prensibi, maruz kalınacak radyasyon dozunun mümkün olan en düşük düzeyde tutulmasını ifade eder. “ALARA” ilkesi olarak bilinen bu yaklaşım, sosyoekonomik ve teknolojik imkanlar dahilinde, gerekli kabul edilen bir uygulamada dahi radyasyon dozunun en düşük

seviyeye çekilmesini hedefler. Bu doğrultuda, kullanılan kaynakların gücü, maruziyet süresi, koruyucu ekipman ve çevresel düzenlemeler sürekli olarak gözden geçirilmelidir.

2.5.1.3 Doz Sınırlamaları

Kişilerin maruz kaldıkları doz eşdeğer miktarları, belirlenmiş yıllık sınırları aşmamalıdır. Bu sınırlar, kanser veya genetik hasar gibi stokastik etkilerin ortaya çıkış ihtimalini kabul edilebilir düzeyde tutmak için belirlenmiştir. Hem çalışanların hem de halkın korunması amacıyla çeşitli meslek grupları için farklı doz limitleri belirlenmiştir.

2.5.1.4 Maksimum Müsaade Edilen Dozlar

Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu tarafından belirlenen maksimum müsade edilen doz, bir insanda önemli hiçbir vücut hastalığı ve bir genetik etki meydana getirmesi beklenmeyen iyonlaştırıcı radyasyon dozu olarak tarif edilir. Maksimum müsaade edilen doz değerleri Tablo 1. verilmiştir.

Tablo 1. Müsaade Edilen Maksimum Doz Değerleri Tablosu

Etkin Doz	Radyasyon görevlileri (mSv)	Halk (mSv)
Tüm vücut (Yıllık)	50	1
Tüm vücut (5 Yılın Ortalaması)	20	1 (5 mSv özel durumlarda)
Göz merceği (Yıllık)	20 mSv, 5 yılın ortalaması ve herhangi bir yılda maksimum 50 mSv	15
El, ayak ve tüm cilt (Yıllık)	500	50

2.5.2 Kişisel Koruyucu Ekipmanlar

Kişisel koruyucu ekipmanlar, radyasyonun doğrudan etkilerini engellemeye yardımcı olan önemli araçlardır. Bu ekipmanlar arasında yer alan kurşunlu önlükler ve eldivenler, gama ışınlarının geçişini engelleyen kurşun malzemesi sayesinde, radyasyonun vücuda geçmesini önleyerek maruziyeti azaltır. Benzer şekilde, kurşun gözlükler veya yüz koruyucuları da özellikle yüksek enerjili gama ışınlarına karşı gözleri ve yüzü koruyarak, göz sağlığını tehdit eden etkileri engeller. Ayrıca, radyoaktif tozların ve partiküllerin solunmasını önleyen solunum maskeleri, çalışanların akciğerlerini koruma altına alır. Radyasyonla temas riski olan alanlarda bu maskelerin kullanımı hayati önem taşır. Bu nedenle, kişisel koruyucu ekipmanlar, radyasyon güvenliği açısından vazgeçilmez bir role sahiptir.

2.5.3. Eğitim Programları

Çalışanlar, radyasyonun sağlık üzerindeki etkileri, güvenli çalışma yöntemleri, kişisel koruyucu ekipmanların doğru kullanımı ve acil durum prosedürleri gibi konuları içeren kapsamlı bir eğitim almalıdır. Bu eğitimler işe başlamadan önce temel olarak verilmeli, ardından yılda en az bir kez olacak şekilde periyodik olarak güncellenmelidir. Eğitimlerin içeriği, TENMAK (Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu) ve AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) gibi kurumlar tarafından belirlenmekte ve güncel tutulmaktadır. Ayrıca, çalışanların Temel Radyasyon Güvenliği Eğitimi, İleri Düzey Radyasyon Koruma Eğitimi, KBRN Farkındalık Eğitimi ve acil durum yönetimi konularında da eğitim almaları önerilmektedir.

2.5.4. Periyodik Sağlık Taramaları

Radyasyonla çalışan bireylerin yılda en az bir kez sağlık taramasından geçmeleri gereklidir. Bu taramalar, çalışanın maruz kaldığı radyasyon düzeyine ve görevine bağlı olarak daha sık da yapılabilir. Taramalar; kan testleri, kanser taramaları, DNA hasarı ve genetik testleri gibi ileri düzey incelemeleri kapsamalıdır. Özellikle iyonlaştırıcı radyasyona uzun süre maruz kalan kişilerde bu testlerin düzenli yapılması, olası sağlık sorunlarının erken teşhisinde kritik rol oynar.

2.5.5. Denetim ve İzleme

Radyasyon kaynaklarıyla çalışan kişilerin maruziyeti sürekli olarak izlenmelidir. Bu amaçla çeşitli denetim ve izleme yöntemleri uygulanır.

Radyasyon Ölçümü ve Kayıt Altına Alma: Çalışma alanlarındaki radyasyon seviyeleri düzenli olarak ölçülmeli ve kayıt altına alınmalıdır. Bu ölçümler, dozimetre cihazları ile yapılır ve işçilerin yıllık maruziyetlerinin takibi sağlanır.

Bulaşma Kontrolleri ve Dekontaminasyon: Çalışanlar, potansiyel radyoaktif bulaşmalar konusunda düzenli olarak kontamine olma riski testlerine tabi tutulmalıdır. Eğer bir bulaşma tespit edilirse, hemen dekontaminasyon işlemi uygulanarak, çalışan sağlığı korunmalıdır.

2.6. İridyum-192 Kaynaklı Kazalarda Acil Müdahale ve Yönetim

İridyum-192 ile çalışan alanlarda yaşanabilecek olası kazalar, genellikle radyasyon sızıntısı, kaynak kaybı veya yetersiz koruma nedeniyle meydana gelmektedir. Bu tür durumlarda hızlı ve etkili müdahale, hem maruziyetin sınırlandırılması hem de halk sağlığının korunması açısından kritik öneme sahiptir. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) ve Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) tarafından yayımlanan acil durum protokollerine göre, aşağıdaki adımlar sırasıyla uygulanmalıdır:

2.6.1. Olayın Hızlı Tespiti ve Raporlama

Radyasyon kaynaklı kazaların ilk adımı, olayın tespiti ve yetkili birimlere (KBRN ekipleri, NDK, UMKE vb.) bildirilmesidir. Taşınabilir radyasyon detektörleriyle çevredeki radyasyon seviyesi hızlıca ölçülmeli, acil durum bölgesi belirlenmelidir.

2.6.2. Kaynağın Lokasyonu ve İzolasyonu

İridyum-192 kaynağının konumu tespit edilerek diğer bireylerden izole edilir. Otomatik kaynak çekme sistemleri varsa devre dışı bırakılır, manuel müdahale gerekiyorsa eğitimli personel tarafından yapılmalıdır.

2.6.3. Maruz Kalanların Belirlenmesi ve İlk Müdahale

Maruziyet süresi ve mesafesi dikkate alınarak etkilenen kişiler sınıflandırılır. İlk olarak yüksek doz almış bireyler ortamdan uzaklaştırılır, dekontaminasyon uygulanır. Semptom gösteren kişilere yönelik hızlı medikal değerlendirme yapılır (kusma, baş dönmesi, halsizlik gibi radyasyon sendromu belirtileri izlenir).

2.6.4. Alan Güvenliği ve Halk Sağlığı Önlemleri

Etkilenen alan karantinaya alınır, sivil giriş-çıkışlar engellenir. Geniş çaplı sızıntı durumunda bölge tahliye edilir, kamu bilgilendirme sistemleri devreye sokulur. Acil durum için planlanmış bölgesel radyasyon merkezleri aktif hâle getirilir.

2.6.5. Radyasyon Ölçümleri ve Tıbbi Takip

Kişisel dozimetrelerle veya biyolojik örneklerle (kan, idrar) maruziyet düzeyi analiz edilir. Uzun vadeli etkiler açısından medikal izleme programı oluşturulur. Bu takip süreci, akut radyasyon sendromu (ARS), lösemi ve solid tümör gelişme riski gibi etkileri içerir.

2.6.6. Olayın Kayıt Altına Alınması ve Geri Bildirim

Her kaza sonrası detaylı raporlama yapılmalı, öğrenilen dersler ulusal ve uluslararası otoritelerle paylaşılmalıdır. Türkiye'de bu kayıtlar genellikle TENMAK ve AFAD iş birliğiyle tutulur.

2.7. TENMAK Verilerine Göre İridyum-192 Kaynaklı Maruziyet ve Olay İstatistikleri

TENMAK verilerine göre, 2020–2024 yılları arasında radyasyonla çalışan personelin %12'sinde dozimetre kayıtlarında yıllık sınırın %25'ine kadar maruziyet tespit edilmiştir. Bu durum, koruma önlemlerinin yeterliliğini ve eğitim düzeylerini gözden geçirme gerekliliğini ortaya koymaktadır. AFAD'ın 2023 yılına ait KBRN olay istatistiklerine göre ise, İridyum-192 kaynaklı toplam 14 olay kayıtlara geçmiştir. Bunların 9'u kaynak taşınması sırasında, 5'i ise denetim sırasında kontrolsüz

sızma şeklindedir. Bu olaylarda toplam 17 personelin tıbbi gözlem altına alındığı, bunlardan 3'ünün tedavi gördüğü bildirilmiştir.

2.8. Maruziyetin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Pasif dozimetreler (film badge, TLD) ile bireysel maruziyet ölçümü Alan monitörleri ile çevresel doz takibi Biyolojik dozimetri (kan tahlili, kromozom aberasyon analizi) Kişisel sağlık taramaları ve düzenli radyasyon medikal kontrolleri

2.9. Bulguların Yorumu

Toplanan veriler ışığında, İridyum-192 ile çalışan personelin korunma bilincinin artırılması, kişisel doz takibinin sıklaştırılması ve özel durumlara yönelik hızlı müdahale planlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, teknolojik gelişmelere bağlı olarak düşük doz yayan alternatif sistemlerin araştırılması, uzun vadede halk sağlığı açısından daha güvenli bir yaklaşım sunacaktır.

SONUÇ

İridyum-192'nin sağlık üzerindeki etkileri ve radyasyon güvenliği, endüstriyel radyografi uygulamalarında çalışan personel için büyük önem taşımaktadır. Yapılan değerlendirmeler ve veriler ışığında, özellikle kişisel dozimetre kullanımı, alan monitörleri ve düzenli sağlık taramaları gibi yöntemlerle maruziyetin izlenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. TENMAK verilerine göre, 2020-2024 yılları arasında radyasyonla çalışan personelin %12'sinde dozimetre kayıtlarında yıllık sınırın %25'ine kadar maruziyet tespit edilmiştir. Bu durum, koruma önlemlerinin yetersizliği veya eğitim eksikliklerini işaret etmekte olup, bu konuda daha fazla dikkat ve önlem alınması gerektiğini göstermektedir.

Ayrıca, AFAD'ın 2023 yılına ait KBRN olay istatistiklerine göre, İridyum-192 kaynaklı 14 olay kaydedilmiştir. Bu olayların 9'u kaynak taşınması sırasında, 5'i ise denetim sırasında kontrolsüz sızma şeklinde gerçekleşmiştir. Bu olaylarda toplam 17 personel tıbbi gözlem altına alınmış ve 3'ü tedavi görmüştür. Bu veriler, güvenlik önlemlerinin sıkı bir şekilde gözden geçirilmesi ve olası acil durum senaryolarına hazırlıklı olunması gerektiğini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Koruma önlemleri, kişisel doz takibi ve düzenli sağlık taramaları ile radyasyona maruziyetin etkili bir şekilde kontrol edilmesi büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, İridyum-192 ile çalışan personelin korunma bilincinin artırılması, teknolojik gelişmeler doğrultusunda düşük doz yayan alternatif sistemlerin araştırılması ve acil durum müdahale planlarının geliştirilmesi uzun vadede sağlık açısından daha güvenli bir yaklaşım sunacaktır. Bu çabalar, hem çalışanların sağlıklarını korumaya yardımcı olacak hem de halk sağlığını tehdit eden radyasyon risklerini en aza indirecektir.

KAYNAKÇA

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (n.d.). Iridium-192 in Radiation Emergencies.
Türkiye Cumhuriyeti Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). (n.d.). Radyasyon Kaynakları.
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi. (2017). Radyasyon Güvenliği El Kitabı.
Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete. (2021). Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği.
Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete. (2022). Radyasyon Acil Durumlarının Yönetimi Hakkında Yönetmelik.
Yıldız, A., & Yalçın, E. (2019). Radyasyon ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. Anadolu Klinik Tıp Bilimleri Dergisi, 24(2), 115-121.
Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri. (2023). Radyasyonun Biyolojik Etkileri.
Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete. (2022). Radyoaktif Maddelerin Serbestleştirilmesi ve Salımına İlişkin Yönetmelik.
Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). (n.d.). Ülkemizdeki KBRN Olaylarından Örnek Vakalar ve Müdahale Yöntemleri.
Polat, Yusuf. Radyoaktif Kaynakların Emniyeti ile İlgili Uluslararası Düzenleme ve Tavsiyelerin İncelenmesi, Zafiyetlerin Tespiti ve Giderilmesi İçin Uluslararası Mevzuata Paralel Olacak Şekilde Öneriler Geliştirilmesi (Uzmanlık Tezi, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, 2018)

KİMYASAL SAVAŞ AJANLARINDAN İPERİTLER

Erol ÖZCAN
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, KBRN Tehditleri Yönetimi, Ankara
ORCID ID: 0009-0002-1576-0582
Prof. Dr. Güven ÇANKAYA
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Ankara
ORCID ID: 0000-0003-2932-1695
Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı A.D. Ankara
ORCID ID: 0000-0002-8687-7238

ÖZET

İperitler, Birinci Dünya Savaşı'nda yaygın olarak kullanılan ve ciltte, gözlerde ve solunum sisteminde ciddi hasara yol açabilen güçlü bir kimyasal silahtır. İperitlerin tarihsel kullanımı, günümüzdeki etkileri ve gelecekteki tehditleri göz önünde bulundurularak, bu maddenin tehlikeleri ve alınması gereken önlemler hakkında farkındalık yaratılması hedeflenmektedir.

İperit, kimyasal formülü (ClCH2CH2)2S olan bir organokükürt bileşiğidir. Genellikle "hardal gazı" olarak bilinir, ancak aslında oda sıcaklığında renksiz ila açık sarımsı kahverengi bir sıvıdır. İperit, ilk olarak 1822'de César-Mansuète Despretz tarafından sentezlendi, ancak kimyasal silah olarak potansiyeli 1910'larda fark edildi. Birinci Dünya Savaşı sırasında yaygın olarak kullanıldı ve siper savaşında askerlere karşı etkili bir silah olarak kabul edildi. İperit, savaş alanında büyük hasara yol açtı ve binlerce askerin ölümüne veya sakat kalmasına neden oldu. Savaşın sona ermesinden sonra, iperitin kullanımı uluslararası anlaşmalarla yasaklandı, ancak bazı ülkeler tarafından gizlice üretilmeye devam edildi.İperite maruz kalmak, insan sağlığı üzerinde çeşitli ve ciddi etkilere yol açabilir. Bu etkiler, maruz kalma süresi, konsantrasyonu ve bireyin genel sağlık durumu gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. İperit, cilt, gözler ve solunum sistemi üzerinde tahriş edici ve yakıcı etkilere sahiptir. İperit zehirlenmesinin belirtileri, maruz kalma yoluna ve dozuna bağlı olarak değişiklik gösterir. İperit zehirlenmesinde ilk yardım, maruz kalan kişinin derhal kontamine alandan uzaklaştırılmasını içerir.

İperite karşı korunmanın en etkili yolu, maruz kalmayı önlemektir. Kimyasal silahların kullanıldığı bölgelerde, kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanmak önemlidir. KKE, tam yüz maskesi, koruyucu giysi, eldiven ve botları içerir.

İperitler, kalıcı hasar bırakabilen ölümcül kimyasal silahlararasında yer alır. Günümüzde uluslararası yasaklara rağmen bazı devlet dışı aktörler tarafından kullanılma riski devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal silah, Hardal gazı, solunum etkileri, İperit zehirlenmesi, ilk yardım, Birinci dünya savaşı

İPERIT KİMYASAL SAVAŞ AJANLARINA GENEL BAKIŞ

"Hardal gazı" olarak da bilinen iperit, tarihte en çok kullanılan ve en yıkıcı kimyasal silahlardan biri olmuştur. Belge içeriğinde iperitlerin tarihsel gelişimi, kimyasal yapısı, etki mekanizmaları, çeşitleri, klinik belirtileri, tedavi yöntemleri, koruyuzu önlemler ve uluslararası hukuki düzenlemeler gibi konular kapsamlı şekilde ele alınmaktadır. Ayrıca, Türkiye'nin kimyasal savaş ajanlarına karşı hazırlık durumu, güncel araştırmalar ve gelecek perspektifleri de incelenmektedir.

İperit Nedir? Tarihsel gelişimi ve Keşfi

İperit, organik bir kükürt bileşiği olan ve kimyasal savaş ajanı olarak kullanılan bir maddedir. Bilimsel adı bis(2- kloroetil) sülfit olan bu madde, sarımsı-kahverengi bir sıvı olup, soğan veya hardal benzeri bir kokuya sahiptir. Bu karakteristik kokusu nedeniyle "hardal gazı" olarak da anılmaktadır. İperitin tarihsel gelişimi 19. yüzyılın ortalarına dayanmaktadır. İlk olarak 1822 yılında Fransız kimyager César- Mansuète Despretz tarafından sentezlenmiş olmasına rağmen, maddenin zararlı özellikleri hemen anlaşılmamıştır. 1860 yılında İngiliz bilim insanı Frederick Guthrie, bu maddenin cilt üzerindeki yakıcı etkisini kişisel deneyimiyle keşfetmiş ve bu konuda ilk bilimsel gözlemleri kaydetmiştir. Ancak, iperitin sistematik olarak incelenmesi ve kimyasal yapısının tam olarak anlaşılması 1886 yılında Alman kimyager Victor Meyer tarafından gerçekleştirilmiştir. İperitin bir silah olarak geliştirilmesi ise Birinci Dünya savaşı sırasında Alman kimyager Wilhelm Lommel ve Alman Kimya Enstitüsü'nden (Fritz Haber Enstitüsü) bir grup bilim insanının çalışmaları sonucunda olmuştur. 1917 yılında Alman ordusu tarafından ilk kez Ypres Muharebesi'nde kullanılmış ve büyük bir yıkıma neden olmuştur. Bu kullanım, kimyasal savaş tarihinde önemli bir dönüm noktası olmuş ve iperit, en etkili ve korkulan kimyasal silahlardan biri haline gelmiştir.

İPERİTLERİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

İperitler, karakteristik fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip organik bileşiklerdir. Klasik kükürtlü iperit (bis(2-kloroetil) sülfit), oda sıcaklığında sarımsı-kahverengi yağlı bir sıvıdır. Rengi tamamen saflaştırıldığında renksiz olabilse de, genellikle içerdiği safsızlıklar nedeniyle koyu sarı veya kahverengi görünür. İperit, soğan, sarımsak veya hardala benzer keskin bir kokuya sahiptir, ancak

bu koku her zaman algılanamayabilir ve bazı durumlarda kokusu hissedilmeden önce zarar verici konsantrasyonlara ulaşabilir.Fiziksel özellikler açısından iperitin kaynama noktası 217°C civarındadır, ancak önemli miktarda buharlaşma daha düşük sıcaklıklarda bile gerçekleşebilir. Yoğunluğu yaklaşık 1,27 g/cm olup sudan daha ağırdır, bu nedenle su ortamında dibe çöker. Donma noktası ise 14°C civarındadır, bu sıcaklığın altında katılaşır ve kristalleşir. İperit, yağda çözünür özellikte olduğundan cilt ve hücre zarlarından kolayca geçebilir, bu da onun biyolojik sistemlere nüfuz etme yeteneğini artırır.

Kimyasal açıdan iperit, organik bir kükürt bileşiğidir ve yapısında kloroetil grubu bulunur. Moleküler formülü C4H8CI2Sdir. İperit, su varlığında hidrolize uğrayarak hidroklorik asit (HCl) oluşturur, bu da dokularda asit yanıklarına benzer hasara yol açabilir. Ayrıca, iperit alkilleyici bir ajan olarak işlev görür, yani hücre DNA'sı dahil olmak üzere biyolojik moleküllerin yapısını bozabilir.

İperitin önemli bir kimyasal özelliği, su ile temas ettiğinde tiyodiklikol adı verilen bir bileşiğe dönüşmesidir. Bu reaksiyon, iperitin tespit ve dekontaminasyon süreçlerinde önemli rol oynar. Ayrıca iperit, çeşitli organik çözücülerde (aseton, etanol, benzen gibi) yüksek çözünürlük gösterir, ancak suda çözünürlüğü oldukça düşüktür. Bu özellik, iperitin çevrede uzun süre kalıcı olmasına ve dekontaminasyonunun zorlaşmasına neden olur.

İperitin bir diğer önemli özelliği, yüksek kalıcılığıdır. Toprak ve çeşitli materyallerde uzun süre aktif kalabilir, özellikle soğuk ve kuru koşullarda haftalarca hatta aylarca etkisini sürdürebilir. Bu kalıcılık, iperit kontaminasyonunun uzun vadeli bir tehdit oluşturmasına ve etkilenen alanların temizlenmesinin zorlaşmasına neden olmaktadır.

ETKI MEKANİZMASI: İPERİTLERİN İNSAN VÜCUDUNDA YOL AÇTIĞI BIYOKMYASAL DEĞİŞİMLER

İperit, vücuda temas ettiğinde karmaşık biyokimyasal süreçleri tetikleyen güçlü bir alkilleyizi ajandır. Bu kimyasal savaş ajanının insan vücuduna girişi genellikle üç yolla gerçekleşir: deri teması, göz teması ve solunum yolu.

İperitin yağda çözünebilir yapısı, hücre zarlarından kolaylıkla geçmesini sağlayarak vücudun derinliklerine nüfuz etmesine olanak tanır.

İperitin primer etki mekanizması, DNA yapısını bozan alkilasyon reaksiyonlarına dayanır. Vücuda girdikten sonra, iperit molekülündeki klor atomları ayrılarak reaktif iyonlar oluşturur. Bu reaktif iyonlar, DNA'daki guanin bazlarının 7. pozisyonundaki nitrojen atomlarına bağlanarak çapraz

bağlar oluşturur. Bu çapraz bağlar, DNA replikasyonunu ve transkripsiyonunu engeller, böylece hücre bölünmesini durdurur ve hücre ölümüne (apoptoz) veya kontrolsüz çoğalmaya (kanser) yol açabilir. İperit, ayrıca RNA ve proteinler gibi diğer hücresel makromoleküllere de zarar verebilir.

İperitin ikincil etki mekanizması, güçlü bir oksidatif stres oluşturmasıdır. Vücutta glutatyon gibi antioksidanların tükenmesine neden olarak hücreleri reaktif oksijen türlerinin (ROT) zararlı etkilerine karşı savunmasız bırakır. Bu oksidatif stres, hücre zarlarına zarar verir, lipid peroksidasyonunu artırır ve hücresel fonksiyonların bozulmasına neden olur. Ayrıca, iperit maruziyeti, inflamatuar sitokinlerin salınımını tetikleyerek lokalize ve sistemik inflamatuar yanıtlara yol açar.

İperitin deri üzerindeki etkisi, epidermal hücrelerin DNA'sına zarar vermesi sonucu ortaya çıkar. Bu hasar, epidermis ve dermis arasındaki ayrılmaya neden olur ve karakteristik kabarcıkların oluşumuna yol açar. Bu kabarcıklar, sıvı dolu olup ağrılıdır ve enfeksiyona açıktır. Göz dokusunda ise, kornea epitel hücrelerinde benzer hasar oluşturarak ciddi ağrı, fotofobi ve geçici körlüğe neden olabilir. Uzun vadeli etkiler arasında korneal opasite ve görme kaybı yer alır.

Solunum sistemi üzerindeki etkileri, bronş ve akciğer dokularındaki hücrelere zarar vermesinden kaynaklanır. Bu hasar, mukozal enflamasyona, bronkospazma ve pulmoner ödem gelişimine neden olabilir. Akut etkilerin yanı sıra, iperit maruziyeti uzun vadede kronik bronşit, pulmoner fibrozis ve akciğer kanseri riskini artırabilir. Ayrıca, bağışıklık sistemini baskılayarak enfeksiyonlara karşı direnci azaltabilir ve kemik iliği süpresyonu nedeniyle lökopeni (beyaz kan hücresi sayısında azalma) görülebilir.

İPERİTLERİK ÇEŞİTLERI:KÜKÜRTLÜ VE AZOTLU İPERİTLER

Kükürtlü İperitler (Hardal gazı)

Kükürtlü iperitler, klasik iperit olarak da bilinen ve ilk geliştirilen iperit türüdür. Kimyasal formülü C4H8Cl2S olan bu bileşikler, moleküler yapılarında bir kükürt atomu ve iki kloroetil grubu içerir. Karakteristik sarımsak veya hardal benzeri kokuları vardır ve bu özelliklerinden dolayı "hardal gazı" adını almışlardır.

Fiziksel olarak kükürtlü iperitler, normal şartlarda sarımsı-kahverengi yağlı sıvılardır. suda az çözünürler ancak organik çözücülerde (aseton, alkol, benzen vb.) iyi çözünürler. Bu özellik, vücuttaki yağ dokularına kolayca nüfuz etmelerini sağlar. Kükürtlü iperitlerin en yaygın örneği bis(2-kloroetil) sülfittir.

Kükürtlü iperitler, etki mekanizması bakımından güçlü alkilleyizi ajanlardır ve DNA ile reaksiyona girerek hücre hasarına neden olurlar. Bu tür iperitler, I. Dünya savaşı sırasında ilk kez Almanlar tarafından kullanılmış ve savaş tarihinde önemli bir yer edinmiştir.

Azotlu İperitler

Azotlu iperitler, moleküler yapılarında kükürt atomu yerine azot atomu içeren iperit türleridir. En yaygın azotlu iperit örnekleri arasında HN-1 (bis(2- kloroetil)metilamin), HN-2 (bis(2-kloroetil)metilamin) ve HN-3 (tris(2-kloroetil)amin) bulunur. Bu bileşikler, yapısal olarak kükürtlü iperitlere benzerler ancak azot atomu içerdikleri için bazı farklı özelliklere sahiptirler.

Azotlu iperitler genellikle daha kararlı bileşiklerdir ve hidrolize karşı daha dirençlidirler. Bu özellikleri, çevrede daha uzun süre kalızı olmalarını sağlar. Ayrıca, bazı azotlu iperitler kükürtlü iperitlere göre daha uçuzu olabilir, bu da buharlaşarak havaya karışma eğilimlerinin daha yüksek olması anlamına gelir.

Etki mekanizması açısından azotlu iperitler de kükürtlü iperitler gibi alkilleyici ajan olarak işlev görürler ve DNA'ya zarar verirler. Ancak, azotlu iperitler genellikle kükürtlü iperitlere göre daha güçlü alkilleyici özelliğe sahiptir, bu da daha düşük dozlarda bile etkili olmalarını sağlar.

İperit türleri arasındaki farklar sadece kimyasal yapıları ile sınırlı değildir. Azotlu iperitler, tıbbi amaçlarla da kullanılmıştır ve bazı azotlu iperit türevleri, kanser tedavisinde kemoterapi ajanı olarak geliştirilmiş. örneğin, mekloretamin (mustarąen), Hodąkin lenfoma tedavisinde kullanılan ilk kemoterapi ilaçlarından biridir. Bu durum, kimyasal savaş ajanlarının tıbbi araştırmalara katkıda bulunabildiğini gösteren ilginç bir örnektir.

Kükürtlü ve azotlu iperitlerin tespit yöntemleri ve dekontaminasyon prosedürleri de farklılık gösterebilir. Azotlu iperitlerin bazı türleri, standart iperit dedektörleri tarafından tespit edilemeyebilir, bu da tanımlama ve koruma önlemlerini zorlaştırabilir. Dekontaminasyon açısından ise, azotlu iperitlerin hidrolize daha dirençli olması, etkili temizleme için daha güçlü kimyasal ajanlar veya daha uzun süre gerektiriyor olabilir.

TARIHSEL KULLANIM: BIRINCI DÜNYA SAVAŞINDA İPERİT GAZININ ROLÜ

Birinzi Dünya savaşı (1914-1918), modern kimyasal savaşın başlangıcı olarak kabul edilir ve iperit gazı bu savaşın en korkulan silahlarından biri haline gelmiştir. İperitin savaş alanında ilk kullanımı, 12 Temmuz 1917'de Belçika'nın Ypres kasabası yakınlarında Alman ordusu tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu tarihsel olay, gazın adının kaynağını da açıklamaktadır; "Ypres" adı zamanla "iperit" olarak telaffuz edilmeye başlanmıştır.

Alman Kimya Enstitüsü'nde (Fritz Haber Enstitüsü) geliştirilen iperit, Alman ordusunun kimyasal silah programı "LOET" (Lommel ve Eteinkopf'un soyadlarının birleşimi) kapsamında üretilmiştir. İlk olarak "Gelbkreuz" (sarı Haç) kod adıyla anılan bu ajan, Alman ordusunun kimyasal silah sisteminde renk kodlarıyla sınıflandırılan ajanlardan biriydi. İperit içeren obüsler ve top mermileri sarı haçla işaretlenmiş, bu da silahın tanınmasını sağlamıştır.

İperitin savaş alanındaki etkileri, diğer kimyasal ajanlardan çok daha yıkıcı olmuştur. Klor ve fosgen gibi önceki kimyasal ajanlar solunum yoluyla etki ederken, iperit hem solunum hem de deri teması yoluyla zarar vermiştir. Ayrıca, iperitin latent etki özelliği (belirtilerin maruziyet sonrası 2-24 saat içinde ortaya çıkması) askerlerin gazın varlığını fark etmemesine ve maruziyetin artmasına neden olmuştur. İperit ayrıca standart gaz maskelerinden geçebilme özelliğine sahipti, bu da koruyucu ekipmanların yetersiz kalmasına yol açmıştır.

İperit kullanımının savaş stratejisi üzerindeki etkisi büyük olmuştur. Gaz, özellikle siperleri ve savunma mevzilerini etkisiz hale getirmek için kullanılmıştır. İperit yağlı yapısı nedeniyle toprağa, giysilere ve ekipmanlara nüfuz etmiş ve haftalara aktif kalmıştır. Bu özellik, etkilenen alanların uzun süre kullanılamaz hale gelmesine ve düşman kuvvetlerin belirli bir alanı terk etmeye zorlanmasına neden olmutur. İperit gazı ayrıa muharebe sırasında değil, genellikle geceleyin atılarak sabah askerler uyanıp hareket etmeye başladığında maksimum etki göstermesi amaçlanmıştır.

Birinzi Dünya savaşı'nda yaklaşık 1,3 milyon asker iperit gazına maruz kalmış ve bunların yaklaşık 90.000'i hayatını kaybetmiştir. sağ kalanların birçoğu ise körlük, cilt yanıkları, akciğer hasarı ve psikolojik travma gibi kalıcı etkilerle yaşamak zorunda kalmıştır. İperitin bu yıkıcı etkileri, kimyasal silahların yasaklanması yönündeki uluslararası çabaların güçlenmesine katkıda bulunmuştur. 1925 yılında imzalanan Cenevre Protokolü, kimyasal silahların savaşta kullanımını yasaklayan ilk önemli uluslararası anlaşma olmuştur.

İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI VE SONRASINDA İPERİT KULLANIMI

1936-1942: İtalya-Etiyopya Savaşı

İtalyan kuvvetleri, Etiyopya'ya karşı yürüttükleri savaşta yaygın şekilde iperit gazı kullanmıştır. Özellikle hava bombardımanları yoluyla gerçekleştirilen bu saldırılar, binlerce sivilin ve askerin ölümüne veya yaralanmasına neden olmuştur. Bu olay, Cenevre Protokolü'ne rağmen kimyasal silahların kullanılmaya devam edildiğini göstermiştir.

1965-1975: Vietnam Savaşı

Vietnam savaşı sırasında iperit gazı doğrudan kullanılmamış olsa da, yaprakları döken "Agent Orange" gibi kimyasal maddeler yaygın şekilde kullanılmıştır. Bu dönem, kimyasal silahların modern savaşlardaki rolünün ve etik sorunların yeniden değerlendirilmesine yol açmıştır.

1939-1945: İkinci Dünya Savaşı

İkinci Dünya savaşı sırasında birçok ülke büyük miktarda iperit gazı üretmiş ve stoklarını artırmıştır. Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık, Almanya ve Sovyetler Birliği gibi büyük güçler olası bir kimyasal savaşa hazırlık yapmış olsa da, Avrupa cephesinde iperit gazı kullanılmamıştır. Bununla birlikte, Japonya, Çin'e karşı düzenlediği saldırılarda iperit dahil çeşitli kimyasal silahlar kullanmıştır.

1980-1988: İran-Irak Savaşı

Irak, İran'a karşı yürüttüğü savaşta yaygın

şekilde iperit gazı ve diğer kimyasal silahları kullanmıştır. özellikle Halepçe katliamında (1988), Irak kuvvetleri Kürt sivil nüfusa karşı iperit gazı ve sinir gazı karışımını içeren kimyasal saldırılar düzenlemiş, bu saldırılarda yaklaşık 5.000 kişi hayatını kaybetmiştir.

İperit gazının İkinci Dünya savaşı ve sonrasındaki kullanımı, kimyasal silahların modern çatışmalardaki korkunç etkilerini gözler önüne sermiştir. Cenevre Protokolü'ne rağmen gerçekleşen bu kullanımlar, daha kapsamlı ve bağlayıcı bir uluslararası düzenleme ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu ihtiyaç, 1993 yılında imzalanan ve 1997 yılında yürürlüğe giren Kimyasal Silahlar Sözleşmesi'nin (CWC) oluşturulmasına katkıda bulunmuştur.

Günümüzde, Kimyasal Silahlar Sözleşmesi'ne taraf olan ülkeler (193 ülke) kimyasal silahların geliştirilmesini, üretimini, stoklanmasını ve kullanımını yasaklamayı taahhüt etmiştir. Buna rağmen, son yıllarda Suriye iç savaşı gibi çatışmalarda kimyasal silah kullanımına ilişkin iddialar, bu silahların tamamen ortadan kaldırılmasının hala büyük bir zorluk olduğunu göstermektedir. Ayrıca, terörist grupların iperit gibi kimyasal savaş ajanlarını elde etme ve kullanma potansiyeli, günümüzde önemli bir güvenlik endişesi oluşturmaktadır.

İPERİT MARUZİYETİNİN KLİNİK BELİRTİLERİ VE SEMPTOMLARI

İperit gazına maruziyet sonrasında ortaya çıkan klinik belirtiler ve semptomlar, maruziyetin derecesine, süresine ve vücudun etkilenen bölgelerine göre değişiklik gösterir. İperitin en önemli özelliklerinden biri, maruziyetten sonra belirtilerin hemen ortaya çıkmaması, genellikle 2-24 saat arası (ortalama 4-8 saat) bir latent periyodun olmasıdır.

Bu gecikme, etkilenen kişilerin maruziyetin farkına varmamasına ve uygun tedavinin gecikmesine neden olabilir.

İperit maruziyetinin en yaygın ve belirgin etkisi cilt üzerinde görülür. İlk belirtiler genellikle ciltte kızarıklık (eritem) ve kaşıntı şeklinde başlar. Bu belirtiler, maruziyetin şiddetine bağlı olarak zamanla kötüleşerek büyük, sıvı dolu kabarcıklara (vezikül ve bül) dönüşür. Bu kabarcıklar son derece ağrılıdır ve tedavi edilmezse enfekte olabilir.

şiddetli vakalarda, derin doku hasarı ve nekroz gelişebilir. Cilt lezyonları tipik olarak vücudun nemli bölgelerinde (koltuk altları, kasıklar, boyun, göz kapakları) daha şiddetli seyreder. İperit yanıkları, iyileşme sürecinde karakteristik hiperpigmentasyon (cilt renginde koyulaşma) bırakabilir ve ciddi vakalarda kalıcı yara izleri oluşabilir.

Göz teması durumunda, iperitin etkileri genellikle daha hızlı ortaya çıkar ve son derece ağrılıdır. İlk belirtiler arasında gözlerde yanma, sulanma ve fotofobi yer alır. Maruziyetin derecesine bağlı olarak, konjonktivit (göz içi iltihabı), korneal ödem (kornea şişmesi), blefarospazm (göz kapağı kasılması) ve geçici körlük gelişebilir. şiddetli vakalarda, korneal ülserasyon, iris hasarı ve kalıcı görme kaybı meydana gelebilir. İperit buharının solunması, solunum sisteminde geniş çaplı hasara neden olabilir. İlk belirtiler genellikle boğaz ağrısı, öksürük ve burun akıntısıdır. Daha şiddetli maruziyetlerde, ses kısıklığı, nefes darlığı, göğüs ağrısı ve kanlı balgam görülebilir. Akut respiratuar distres sendromu (ARDE), bronkopnömoni ve ikincil bakteriyel enfeksiyonlar gelişebilir. Uzun vadeli komplikasyonlar arasında kronik bronşit, bronşektazi, pulmoner fibrozis ve solunum yetmezliği yer alır.

Sistemik etkilere gelince, yüksek dozda iperit maruziyeti kemik iliği baskılanmasına neden olarak lökopeni (beyaz kan hücresi sayısında azalma), anemi ve trombositopeni (trombosit sayısında azalma) gibi hematolojik anormalliklere yol açabilir. Bu durum, enfeksiyonlara karşı direncin azalmasına ve kanama eğiliminin artmasına neden olur. Ayrıca, bulantı, kusma, ishal ve karın ağrısı gibi gastrointestinal semptomlar da görülebilir. Çok şiddetli vakalarda, merkezi sinir sistemi etkileri (nöbetler, koma) ve kardiyovasküler bozukluklar (hipotansiyon, _ok) gelişebilir, bu da ölümle sonuçlanabilir.

İperit maruziyetinin akut etkilerinin yanı sıra, uzun vadeli veya kronik sağlık etkileri de önemli bir endişe kaynağıdır. Birinci Dünya Savaşı ve İran-Irak Savaşı'ndan sağ kalan gaziler üzerinde yapılan uzun süreli takip çalışmaları, iperit maruziyetinden yıllar hatta on yıllar sonra bile çeşitli sağlık sorunlarının devam ettiğini göstermiştir.

İperitin kronik sağlık etkileri arasında en dikkat çekici olanlardan biri, DNA'ya verdiği hasar nedeniyle çeşitli kanser türlerinin gelişme riskinin artmasıdır. Epidemiyolojik çalışmalar, iperite maruz kalan bireylerde özellikle akciğer kanseri, cilt kanseri ve lösemi gibi hematolojik malignitelerin insidansında artış olduğunu göstermiştir. Bu kanserlerin gelişimi, maruziyetten yıllar sonra (genellikle 10-20 yıl) ortaya çıkabilir, bu da uzun süreli takibin önemini vurgulamaktadır.

Solunum sistemi, iperitin kronik etkilerinden en çok etkilenen sistemlerden biridir. "Hardal gazı akciğeri" olarak bilinen uzun vadeli pulmoner komplikasyonlar, kronik öksürük, dispne (nefes darlığı), tekrarlayan solunum yolu enfeksiyonları, bronşektazi ve pulmoner fibrozis gibi durumları içerir. Bu belirtiler, maruziyetten yıllar sonra bile hastanın yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir ve ilerleyizi solunum yetmezliğine neden olabilir.

İperitin immünomodülatör etkileri de uzun vadeli sağlık sorunlarına katkıda bulunabilir. Çalışmalar, iperite maruz kalan bireylerde bağışıklık sistemi disfonksiyonu, kronik inflamatuar durumlar ve otoimmün hastalıkların gelişme riskinde artış olduğunu göstermiştir. Bu immünolojik anormallikler, enfeksiyonlara karşı artan duyarlılık ve çeşitli kronik hastalıkların gelişmesi ile sonuçlanabilir.

İperit maruziyetinin psikolojik etkileri de göz ardı edilmemelidir. Post-travmatik stres bozukluğu, anksiyete, depresyon ve kronik yorgunluk sendromu, iperit gazına maruz kalan bireylerde yaygın olarak görülen uzun vadeli psikolojik sonuçlardır. Bu psikolojik etkiler, fiziksel semptomlarla birlikte hastanın genel yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir ve kapsamlı bir tedavi yaklaşımı gerektirir.

İPERİT GAZI ZEHİRLENMESİNİN TEDAVİ YÖNTEMLERİ

İperit gazı zehirlenmesinin tedavisi, maruziyetin derecesine, etkilenen vücut sistemlerine ve semptomların şiddetine göre farklılık gösterir. Ne yazık ki, iperit gazı için spesifik bir antidot bulunmamaktadır; bu nedenle tedavi yaklaşımı esas olarak destekleyici bakım, semptomların yönetimi ve komplikasyonların önlenmesine dayanır.

İperit maruziyeti sonrası ilk ve en kritik adım, kontaminasyonun hızlı bir şekilde azaltılmasıdır. Bu işlem, idealde maruziyetten sonraki ilk dakikalarda gerçekleştirilmelidir, çünkü iperit dokularla hızla reaksiyona girer.

Dekontaminasyon, kirlenmiş giysilerin çıkarılmasını ve etkilenen cilt bölgelerinin bol su ve sabunla yıkanmasını içerir. Bazı özel dekontaminasyon solüsyonları (örneğin, %0,5 sodyum

hipoklorit çözeltisi) da etkili olabilir, ancak bunlar göz ve mukozal yüzeyler için uygun değildir. Göz kontaminasyonu durumunda, gözler en az 15 dakika boyunca bol su veya serum fizyolojik ile yıkanmalıdır.

Cilt lezyonlarının tedavisi, yanık tedavisine benzer yaklaşımları içerir. Hafif eritem ve kaşıntı için soğuk kompresler, kortikosteroid kremler ve antihistaminikler kullanılabilir. Veziküller ve büller steril koşullarda drene edilmeli ve topikal antibiyotikler uygulanmalıdır. Geniş cilt lezyonları olan hastalar, yanık ünitelerinde tedavi edilmelidir ve gerekirse deri grefti gibi cerrahi müdahaleler düşünülmelidir. Ağrı yönetimi de son derece önemlidir ve genellikle opioid analjezikler gereklidir. Göz lezyonlarının tedavisi, suni gözyaşları, topikal antibiyotikler ve sikloplejik ajanların kullanımını içerir. Şiddetli göz yaralanmalarında, oftalmoloji uzmanı tarafından değerlendirme ve tedavi gereklidir. Bazı vakalarda, ağrıyı azaltmak ve enfeksiyonu önlemek için gözün kapatılması ve bandajlanması gerekebilir. Uzun süreli takip, korneal skar oluşumu ve diğer komplikasyonların değerlendirilmesi için önemlidir.

Solunum komplikasyonlarının tedavisi, bronkodilatörler, oksijen tedavisi ve gerektiğinde mekanik ventilasyon desteğini içerir. Bronşların temizlenmesine yardımcı olmak için fizyoterapi ve nemlendirilmiş oksijen kullanılabilir. Sekonder bakteriyel enfeksiyonların gelişmesi durumunda, uygun antibiyotiklerle tedavi gereklidir. Şiddetli solunum yetmezliği olan hastalarda, ekstrakorporeal membran oksijenasyonu (ECMO) gibi ileri yaşam destek tedavileri düşünülebilir. İperitin sistemik etkilerinin tedavisi, kemik iliği baskılanması ve hematopoetik komplikasyonların yönetimini içerir.

Şiddetli lökopeni durumunda, ąranülosit koloni uyarıcı faktör (G-CEF) kullanımı düşünülebilir. Anemi ve trombositopeni için kan ve trombosit transfüzyonları gerekebilir. Gastrointestinal semptomlar, antiemetikler ve sıvı-elektrolit replasmanı ile tedavi edilir. İleri vakalarda, enteral veya parenteral beslenme desteği gerekli olabilir.

Son yıllarda, iperitin etki mekanizmasına yönelik yeni tedavi yaklaşımları üzerinde araştırmalar yapılmaktadır. N- asetilsistein gibi antioksidanların, iperitin neden olduğu oksidatif stresi azaltabilececi ve doku hasarını sınırlayabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde, poly (ADP-riboz) polimeraz (PARP) inhibitörleri, DNA hasarı sonrası hücre ölümünü azaltabilir. Bu tür tedaviler henüz deneysel aşamada olsa da, gelecekte iperit maruziyeti tedavisinde önemli bir rol oynayabilir.

KORUYUCU ÖNLEMLER VE KİŞİSEL KORUYUCU EKİPMANLAR

Tam Yüz Gaz Maskeleri

İperit gibi kimyasal savaş ajanlarına karşı en önemli koruyuzu ekipmanlardan biri tam yüz gaz maskeleridir. Modern gaz maskeleri, KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer) filtreleri ile donatılmış olup, havadaki iperit buharını etkili bir şekilde filtreleyebilir. Bu maskeler, yüzü tamamen kapatarak gözleri, burnu ve ağzı korur. Filtrelerin düzenli değiştirilmesi ve maskenin yüze tam oturması koruyucu etkinin sürdürülmesi için kritik öneme sahiptir.

Kimyazal Koruyuzu Giysiler

İperit sıvı formda cilt teması yoluyla da etkili olduğundan, tam vücut koruyuzu giysiler esastır. Bu giysiler genellikle butil kauçuk, neopren veya PTFE gibi iperite karşı dirençli malzemelerden üretilir. Koruyuzu giysiler, A, B, C ve D düzeyleri olarak sınıflandırılır, her biri farklı koruma seviyesi sağlar. A düzeyi, pozitif basınçlı solunum cihazı ve tam geçirimsiz koruyucu giysi içeren en üst düzey korumayı temsil eder ve yüksek riskli dekontaminasyon işlemlerinde kullanılır.

Kimyazal Tespit Cihazları

Erken uyarı sistemleri, iperit varlığının tespit edilmesi ve gerekli koruyucu önlemlerin zamanında alınabilmesi için hayati önem taşır. Modern kimyasal tespit cihazları, iperiti düşük konsantrasyonlarda bile algılayabilir. Bu cihazlar, kolorimetrik tespit kitleri, iyon mobilite spektrometrisi (IME) bazlı dedektörler ve gelişmi_ taşınabilir gaz kromatoąrafi-kütle spektrometresi (GC-ME) sistemleri gibi çeşitli teknolojilere dayanmaktadır. Askeri birimler ve azil müdahale ekipleri genellikle bu tür tespit sistemleriyle donatılmıştır.

Sonuç olarak, iperit gibi kimyasal savaş ajanlarına karşı etkili korunma, uygun kişisel koruyucu ekipmanların kullanımı, erken tespit sistemleri, kapsamlı eğitim ve iyi planlanmış azil müdahale protokollerinin bir kombinasyonunu gerektirir. Bu önlemler, hem askeri personel hem de siviller için potansiyel riskleri azaltmada hayati öneme sahiptir.

ULUSLARARASI HUKUK VE İPERİT: KİMYASAL SILAHLAR SÖZLEŞMEŞİ

İperit gazı dahil kimyasal silahların kullanımı, üretimi ve stoklanması, uluslararası hukuk tarafından sıkı bir şekilde düzenlenmektedir. Bu alandaki en kapsamlı ve bağlayıcı uluslararası anlaşma, 1993 yılında imzalanıp 1997 yılında yürürlüğe giren Kimyasal Silahlar Sözleşmesi'dir (Chemizal Weapons Convention - CWC). Bu sözleşme, kimyasal silahların geliştirilmesini, üretimini, stoklanmasını, transferini ve kullanımını tamamen yasaklayan ilk çok taraflı silahsızlanma anlaşmasıdır.

Kimyasal Silahlar Sözleşmesi, iperit gibi kimyasal savaş ajanlarını da içeren kimyasal silahların kapsamlı bir şekilde ortadan kaldırılmasını hedeflemektedir. Sözleme, kimyasal silahları üç ana kategoriye ayırır: Liste 1 (yüksek riskli kimyasal sava_ ajanları ve prekürsörleri), Liste 2 (orta riskli kimyasallar) ve Liste 3 (daha dü_ük riskli kimyasallar).

İperit ve diğer vezikan ajanlar, en tehlikeli kategoride yer alan Liste 1 kimyasalları arasında sınıflandırılmıştır.

Sözleşmenin uygulanmasını denetlemek ve izlemek için Lahey'de bulunan Kimyasal Silahların Yasaklanması Örgütü (Organization for the Prohibition of Chemizal Weapons - OPCW) kurulmuştur. OPCW, dünya çapında kimyasal silahların imhası ve kimyasal tesislerin denetimiyle ilgili faaliyetleri yürütmektedir. 2013 yılında, OPCW kimyasal silahların ortadan kaldırılmasına yönelik çabaları nedeniyle Nobel Barış ödülü'ne layık görülmüştür.

Kimyasal Silahlar Sözleşmesi'ne taraf olan ülkeler (193 ülke), kimyasal silah stoklarını beyan etmek ve belirli bir zaman çerçevesi içinde tüm kimyasal silahlarını imha etmek zorundadır. Sözleşme ayrıca, kimyasal silahların üretildiği tesislerin de imha edilmesini veya barışçıl amaçlar için dönüştürülmesini şart koşmaktadır. Ülkeler, kimyasal silahların transferini yasaklamak ve kimyasal silah üretimi için kullanılabilecek çift kullanımlı kimyasalların ticaretini kontrol etmek için ulusal yasalar ve düzenlemeler oluşturmakla yükümlüdür.

Sözleşme, taraf ülkelerin topraklarında "habersiz denetimlere" (challenge inspections) izin vermesini de gerektirmektedir. Bu, bir ülkenin başka bir ülkenin sözleşmeye uyumunu sorgulaması durumunda, OPCW müfettişlerinin şüpheli tesisleri incelemesine olanak tanır. Bu mekanizma, sözleşmenin ihlallerini tespit etmek ve caydırmak için önemli bir araçtır.

Kimyasal Silahlar Sözleşmesi'nin başarılarına rağmen, iperit ve diğer kimyasal silahların tamamen ortadan kaldırılması hâlâ bir zorluk olmaya devam etmektedir. Suriye iç savaşı sırasında kimyasal silah kullanımına ilişkin iddialar, sözleşmenin uygulanmasındaki zorlukları göstermiştir. Ayrıca, Suriye'nin 2013 yılında sözleşmeye katılması ve kimyasal silah stoklarını imha etmeyi kabul etmesi, uluslararası toplumun baskısı ve diplomatik çabaları sonucunda gerçekleşmiştir.

Uluslararası hukuk çerçevesinde, kimyasal silah kullanımı sava_ suçu olarak kabul edilmektedir. Uluslararası Ceza Mahkemesi ve geçici uluslararası ceza mahkemeleri, kimyasal silah kullanımından sorumlu olan kişileri yargılama yetkisine sahiptir. Bu yasal çerçeve, kimyasal silahların kullanımını caydırmak ve bu tür olaylardan sorumlu olanları hesap verebilir kılmak için önemli bir mekanizma sunmaktadır.

SONUÇ: İPERİT TEHDİDİNE KARŞI BİLİNÇLENDİRME VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Bilimsel Araştırmalar

İperit gazının etki mekanizmasının daha iyi anlaşılması, etkili antidotların ve tedavilerin geliştirilmesi için sürekli araştırmalar yapılmalıdır. Nanoteknoloji, biyomedikal mühendislik ve yapay zeka gibi yeni teknolojilerin entegrasyonu bu alandaki ilerlemeyi hızlandırabilir.

Koruyucu Eklemler

Daha etkili ve kullanıcı dostu kişisel koruyuzu ekipmanların geliştirilmesi, erken uyarı sistemlerinin yaygınlaştırılması ve dekontaminasyon teknolojilerinin iyileştirilmesi, iperit tehdidine karşı savunma kapasitesini artıracaktır.

Uluslararası İşbirliği

Kimyasal silahların tamamen ortadan kaldırılması ve yasadı_ı üretimin engellenmesi için küresel işbirliąinin güçlendirilmesi, gelecekteki tehditleri azaltmanın temel yollarından biridir.

Eğitim ve Bilinçlendirme

Toplumun, sağlık çalışanlarının ve azil müdahale ekiplerinin iperit tehlikesi konusunda eğitilmesi, olası bir saldırı durumunda zan kayıplarını minimize etmek için kritik öneme sahiptir.

İperit gazı, keşfinden günümüze kadar geçen bir asrı aşkın sürede, insanlık tarihinin en korkunç kimyasal silahlarından biri olarak kayıtlara geçmiştir. Binlerce insanın ölümüne, on binlercesinin ise kalıcı yaralanmalarına neden olan bu kimyasal ajan, modern savaşın dehşet verici yüzünü temsil etmektedir. Ancak, geride bıraktığımız yüzyıl içinde, uluslararası toplum kimyasal silahların yasaklanması ve tamamen ortadan kaldırılması yönünde önemli adımlar atmış, bu çabalar Kimyasal Silahlar Sözleşmesi (CWC) ile somut bir çerçeveye kavuşmuştur.

Günümüz dünyasında iperit tehdidi, geleneksel savaşlardan ziyade, terörizm ve devlet dışı aktörlerin faaliyetleri bağlamında değerlendirilmektedir. Bu değişen tehdit ortamı, koruyucu önlemlerin, tespit ve müdahale kapasitelerinin sürekli olarak güncellenmesini ve geliştirilmesini gerektirmektedir. Modern teknolojinin sunduğu imkanlar, iperit gibi kimyasal ajanların tespiti, etkilerinin azaltılması ve tedavisi konusunda yeni fırsatlar sunmaktadır.

İperit araştırmalarının dikkat çekici yönlerinden biri, bu tehlikeli kimyasalın tıbbi amaçlarla kullanılabilmesidir. Özellikle azotlu iperit türevlerinin kanser tedavisinde kullanımı, bilimsel araştırmanın yıkıcı bir silahı nasıl hayat kurtarıcı bir tedaviye dönüştürebileceğinin çarpıcı bir

örneğidir. Bu dönüşüm, bilimin çift kullanımlı doğasını vurgulamakta ve bilimsel çalışmaların etik boyutunun önemini hatırlatmaktadır.

Gelecekte, iperit ve diğer kimyasal savaş ajanlarına karşı mücadelede başarılı olmak için, bilimsel araştırmaların, uluslararası işbirliğinin, eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarının ve teknolojik yeniliklerin entegre bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Kimyasal silahların tamamen ortadan kaldırılması hedefine ulaşılana kadar, bu tehdidin potansiyel kurbanlarını korumak ve etkilerini en aza indirmek için çabaların sürdürülmesi hayati öneme sahiptir.

İperit gazının tarihsel kullanımından alınan dersler, kimyasal silahların yasaklanmasına yönelik uluslararası çabaların başlangıç noktasını oluşturmuştur. Bu dersler, günümüzde ve gelecekte, benzer kitle imha silahlarının geliştirilmesine ve kullanımına karşı insanlığın ortak mücadelesine rehberlik etmelidir. İperit gazı örneği, bilimsel bilginin nasıl zararlı amaçlar için kullanılabileceğini göstermekle birlikte, aynı bilginin nasıl koruyucu ve tedavi edici çözümler üretmek için de kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, iperit gazı tehdidine karşı bilinçlendirme ve hazırlık çalışmaları, sadece askeri ve güvenlik boyutuyla değil, aynı zamanda toplumsal, bilimsel ve etik boyutlarıyla da ele alınmalıdır. Kimyasal silahların tamamen ortadan kaldırılması ve bir daha asla kullanılmaması, gelecek nesillere bırakabileceğimiz en değerli miraslardan biri olacaktır. Bu hedefe ulaşmak için, uluslararası toplumun ortak çabaları, bilimsel araştırmalar ve toplumsal farkındalık çalışmaları, üçlü bir sacayağı oluşturarak ilerlemelidir.

KAYNAKLAR

- Kehe K, Szinicz L. "Medical aspects of sulphur mustard poisoning." Toxicology (2005)
- Balali-Mood M, Hefazi M. "The pharmacology, toxicology, and medical treatment of sulphur mustard poisoning." Fundamental Clinical Pharmacology (2005)
- Smith KJ, et al. "Sulfur mustard: Its continuing threat as a chemical warfare agent." Journal of the American Academy of Dermatology (1995)
- Marrs TC, Maynard RL, Sidell FR. "Chemical Warfare Agents: Toxicology and Treatment." (2007)
- Tucker JB. "War of Nerves: Chemical Warfare from World War I to Al-Qaeda." (2006)
- Evison D, et al. "Medical Management of Chemical Casualties: Handbook." (2020)
- OPCW Resmi Web Sitesi: www.opcw.org
- CDC Kimyasal Aciller: www.cdc.gov/chemicalemergencies
- WHO Kimyasal Silahlar Bilgi Portalı: www.who.int/csr/delibepidemics/biochem

KALP YETERSİZLİĞİ TANILI BİREYLERDE DİJİTAL SAĞLIK OKURYAZARLIĞI VE BİBLİYOMETRİK GÖRÜNÜM

Dr. Döne GÜNAY
Sivas Numune Hospital/ Yesilyurt, Sifa Cd No:4, 58060 /SIVAS
ORCID ID: 0000-0002-8721-6028
Dr. Öğr.Üyesi. Bahar TÜRKMENOĞLU
Sivas Cumhuriyet University, Hafik Kamer Örnek Vocational High School / Child Care and Youth Services Department / Child Development Pr. /SIVAS
ORCID ID: 0000-0001-5631-3215

ÖZET

Bu derleme çalışması, kalp yetersizliği tanılı bireylerde dijital sağlık okuryazarlığının önemini vurgulamak ve bu alandaki bilimsel üretkenliği bibliyometrik analiz yöntemleriyle incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, Web of Science Core Collection veri tabanı kullanılarak 1975-2025 yılları arasında yayımlanan ve kalp yetersizliği tanılı bireylerde dijital sağlık okuryazarlığı üzerine odaklanan çalışmalar bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Çalışma dâhil edilme kriterlerine uygun 40 makale ile gerçekleştirilmiştir. Bulgular, ilgili araştırmaların özellikle son yıllarda hızla arttığını, konunun akademik çevrelerde giderek daha fazla önem kazandığını ve belirli ülkeler, yazarlar ve dergiler tarafından yoğun olarak ele alındığını göstermektedir. En fazla atıf alan yazar Dewalt, Darren A. olurken, en fazla yayın yapan ülkeler arasında ABD, Kanada ve Almanya öne çıkmaktadır. Yayınlar en çok BMC Health Services Research ve BMJ Open gibi sağlık bilimleri alanındaki prestijli dergilerde yayımlanmıştır.

Anahtar kelime analizi, kalp yetersizliği ve dijital sağlık okuryazarlığı konularının "heart failure", "health literacy", "mHealth" ve "digital health" gibi terimlerle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, araştırmaların çoğunluğunun kardiyovasküler bilimler, tıbbi bilişim ve sağlık hizmetleri bilimleri alanında yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak, kalp yetersizliği hastalarında DSO'nın önemli bir belirleyici olduğu ve hastalık yönetiminde kritik bir rol oynadığı görülmektedir. Sağlık profesyonelleri, kalp yetersizliği hastalarının DSO seviyelerini artırmak için eğitim programları geliştirmeli ve bireylerin güvenilir dijital sağlık kaynaklarına erişimini sağlamalıdır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda, kalp yetersizliği hastalarının dijital sağlık teknolojilerini nasıl benimsediğini değerlendiren uzun vadeli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Heart Failure, Digital Health Literacy, Health Literacy

DIGITAL HEALTH LITERACY AND BIBLIOMETRIC OVERVIEW IN INDIVIDUALS WITH HEART FAILURE DIAGNOSIS

ABSTRACT

This review study was conducted to emphasize the importance of digital health literacy (DHL) in individuals diagnosed with heart failure and to examine scientific productivity in this field using bibliometric analysis methods.

In this study, bibliometric analysis was applied to studies focusing on digital health literacy in individuals with heart failure, published between 1975 and 2025, using the Web of Science Core Collection database. The study was conducted with 40 articles that met the inclusion criteria. The findings indicate that research in this field has increased significantly in recent years, highlighting its growing importance in academic circles and its concentration in specific countries, authors, and journals. The most cited author was Darren A. DeWalt, while the leading publishing countries were the United States, Canada, and Germany. Publications were predominantly featured in prestigious health sciences journals such as *BMC Health Services Research* and *BMJ Open*.

Keyword analysis revealed that heart failure and digital health literacy are closely associated with terms such as **"heart failure," "health literacy," "mHealth,"** and **"digital health."** Additionally, most studies were found to be concentrated in the fields of cardiovascular sciences, medical informatics, and health services research.

In conclusion, DHL is a crucial determinant for patients with heart failure and plays a vital role in disease management. Healthcare professionals should develop educational programs to enhance the DHL levels of heart failure patients and ensure their access to reliable digital health resources. Future research should focus on long-term studies evaluating how heart failure patients adopt digital health technologies.

Keywords: Heart Failure, Digital Health Literacy, Health Literacy

1. GİRİŞ

Kalp Yetmezliği (KY), dünya çapında 60 milyondan fazla kişiyi etkileyen küresel bir pandemi olarak nitelendirilmektedir (Savarese ve ark., 2022). KY, yüksek morbidite ve mortalite oranlarıyla karakterize edilen bir sağlık sorunu olup, hem dünya genelinde hem de Türkiye'de en yaygın kronik hastalıklar arasında yer almaktadır (Yancy ve ark., 2013; Benjamin ve ark., 2018). Amerika Birleşik Devletleri'nde altı milyondan fazla yetişkin KY ile yaşamaktadır (Virani ve ark., 2020). Araştırmalar, bu sayının 2030 yılına kadar %46 oranında artarak sekiz milyondan fazla kişiye

ulaşacağını öngörmektedir (Heidenreich ve ark. 2013; Update, 2017). Türkiye'de ise yaklaşık iki milyon yetişkinde KY bulunmakta olup, hastalığın prevalansı %6,9 olarak bildirilmektedir (Değertekin ve ark., 2012).

Mevcut tedavi yöntemleri KY'yi tamamen iyileştiremese de hastalığın etkili bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Etkili bir hastalık yönetimi, KY'nin olumsuz etkilerini hafifletmektedir (İncirkuş & Nahcivan, 2015; Mert & Barutcu, 2012). KY hastalarının yaşam kalitesini artırmak ve hastalık yönetimini iyileştirmek için etkili sağlık okuryazarlığı büyük önem taşımaktadır (Ekenler & Altınel, 2024). Araştırmalar, düşük sağlık okuryazarlığına sahip bireylerin daha fazla kardiyovasküler komorbiditeye sahip olduğunu (de Melo Ghisi ve ark., 2018) ve kardiyovasküler hastalık risk skorlarının yüksek olduğunu göstermektedir (Lindahl ve ark., 2020). Ancak geleneksel sağlık okuryazarlığının yanı sıra, dijital sağlık okuryazarlığı (DSO) da modern sağlık yönetiminde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Dijital sağlık, "İnternet ve ilgili teknolojiler aracılığıyla sunulan veya geliştirilen sağlık hizmetleri ve bilgileri" olarak tanımlanmaktadır (Eysenbach, 2001). DSO ise, bireylerin teknoloji tabanlı sağlık araçlarıyla etkili ve verimli bir şekilde etkileşimde bulunabilmesi için sahip olması gereken bilgi ve becerileri içermektedir (Chan & Kaufman, 2011). Dijital sağlığın bir alt dalı olan mobil sağlık (M-sağlık, m-Health), mobil bilişim ve iletişim teknolojilerinin sağlık ve halk sağlığı alanında kullanımını ifade etmektedir. Bu kavram; hasta eğitimi, uzaktan hasta takibi, sağlık profesyonelleri ile iletişim, hastalık ve salgın izleme, teşhis ve tedavi gibi çeşitli sağlık hizmetlerini kapsamaktadır. Bu nedenle, bireylerin dijital sağlık bağlamında yeterli sağlık okuryazarlığı düzeyine sahip olması, sağlık hizmetlerinden etkin bir şekilde yararlanabilmeleri açısından önem taşımaktadır (Kim & Xie, 2017). Günümüzde M-sağlık teknolojileri; kronik hastalık yönetimi, sağlık hizmetlerinin planlanması, teşvik edilmesi ve geliştirilmesi gibi alanlarda işlev görmektedir. M-sağlık uygulamaları; yazılı mesajlaşma platformları, hayati belirtileri ve sağlık durumlarını takip eden sensörler, sağlık verilerinin toplanması ve analiz edilmesi için bulut tabanlı bilgi işlem sistemleri gibi çeşitli teknolojiler aracılığıyla bireylerin sağlık yönetimini desteklemektedir (Faiola, Papautsky & Isola, 2019).Dünya genelinde ve Türkiye'de kullanılan sistemler incelendiğinde, taşınabilir tıbbi cihazlar, giyilebilir teknolojiler, mobil sağlık uygulamaları, kısa mesaj hizmetleri (SMS) gibi araçlar ön plana çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, Mango Health, Merkezi Hekim Randevu Sistemi (MHRS) ve e-Nabız gibi dijital platformlar sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştıran önemli uygulamalar arasında yer almaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerde mobil sağlık teknolojilerinin

kullanım oranı giderek artmaktadır (Ardahan, 2018). Ancak, bu dijital araçların etkili bir şekilde kullanılması, bireylerin yeterli DSO seviyesine sahip olmasını gerektirir. Düşük DSO seviyeleri, yanlış bilgiye maruz kalma, hatalı sağlık kararları ve yetersiz hastalık yönetimi gibi olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir (MDPI, 2023). Yüksek DSO seviyesine sahip bireyler, sağlık bilgilerini daha etkili bir şekilde değerlendirebilir ve önerilen tedavi planlarına daha iyi uyum sağlayabilirler (ScienceDirect, 2023). Öte yandan, düşük DSO seviyeleri olan hastalarda rehospitalizasyon oranlarının arttığı ve sağlık hizmetlerine erişimin daha zor hale geldiği bildirilmektedir (NCBI, 2024).

KY olan hastalarda DSO ile ilgili yapılan araştırmaların sayısı son yıllarda hızla artmıştır (Ekenler & Altınel, 2024; Cevik, Özden & Çıtlık Sarıtaş, 2020). DSO, KY hastalarının yaşam kalitesini artırmada önemli bir faktördür. Mevcut literatür, bu alanda yapılan araştırmaların sayısının arttığını ancak metodolojik çeşitliliğin sınırlı olduğunu göstermektedir. Sağlık profesyonelleri, KY hastalarının DSO düzeylerini artırmak için özel eğitim programları geliştirmeli ve bireylerin güvenilir dijital sağlık kaynaklarına erişimini sağlamalıdır. Ayrıca, gelecekte yapılacak araştırmalarda, KY hastalarının dijital sağlık teknolojilerini nasıl benimsediğini değerlendiren uzun vadeli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. KY hastalarının dijital sağlık hizmetlerinden en iyi şekilde faydalanabilmesi için eğitim programlarının geliştirilmesi ve sağlık profesyonellerinin bu süreçte rehberlik etmesi gerekmektedir.

Bu derleme çalışması, KY hastalarında DSO'nun önemini vurgulamak ve bibliyometrik analizlerle bu alandaki bilimsel çalışmalara genel bir bakış sunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın temel hedefleri arasında, KY ve DSO alanındaki literatürü incelemek ve bu alandaki araştırma eğilimlerini ortaya koymak yer almaktadır.

2.YÖNTEM

Bu çalışmada KY tanılı bireylerde DSO'ya ilişkin yayımlanan çalışmaların bibliyometrik analizi istatistiksel ve bibliyometrik görselleştirmelerin kullanılması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda bu çalışmada; çalışmaların yıllara göre yayın sayısı değişimi, yazar, ülke ve kurum analizleri, dergi ve atıf analizleri ile kelime analizi incelenmiştir.

Araştırma verilerinin elde edilmesinde "Web of Science Core Collection" veri tabanı kullanılmıştır. "Web of Science Core Collection" veri tabanı; VOSviewer programı ile uyumlu olması, bilimsel yayınları analiz etmek için en çok kabul gören veri tabanı olması ve bilimsel yayınların atıf istatistikleri ve yayınların bibliyografik verilerine erişim imkânı sağlaması nedeniyle

tercih edilmiştir. Veriler dâhil etme ve hariç tutma kriterlerine uygun olarak Ocak-Mart 2025 tarihleri arasında toplanmıştır.

Çalışmaya dâhil etme kriterlerini: 1975-2025 yılları arasında, KY tanılı bireylerde DSO alanında yapılmış, İngilizce olarak yayınlanmış araştırma makaleleri oluşturmaktadır.

Çalışmadan dışlama kriterleri ise; konu hakkında ilgili tarih aralığında yayımlanan kongre bildirisi, kitap bölümü, vaka/olgu çalışmaları, editöre mektup türünde çalışmalar oluşturmaktadır.

Veri tabanında "Heart Failure'', '' Digital Health Literacy''anahtar kelimeleri kullanılarak tarama yapılmış ve 1975 ve 2025 yılları arasında yapılan 40 çalışmaya ulaşılmıştır. Çalışma türü makale ve derleme olmayan çalışma sayısı 8'dir (bildiri, kitap bölümü ve editöryal materyal n=8). Dili İngilizce olmayan çalışma sayısı 2'dir (German=1, Turkish=1). Bibliyometrik analize dahil edilme kriterlerini sağlayan çalışma sayısı 40'dır. Verilerin analizinde; çalışmada elde edilen tüm bibliyografik veriler veri tabanından indirilmiştir. Bibliyometrik analiz birden fazla dosyadan meta veri yüklemeye izin veren VOSviewer programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırma Etiği

Bu çalışma herhangi bir birey üzerinde yürütülmediği için ve veri toplama yöntemi olarak doküman analizi kullanıldığından etik kurul onayı gerekli değildir.

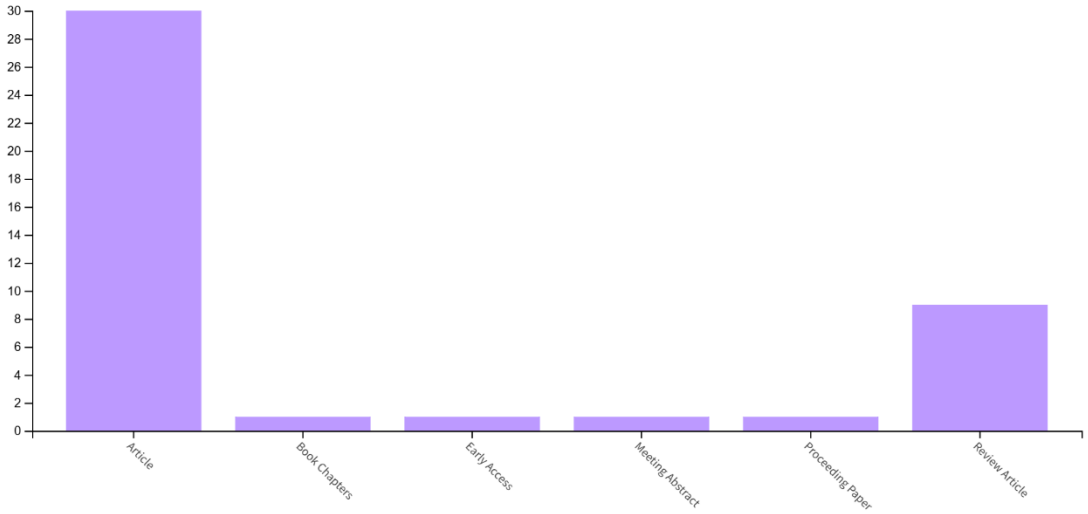
3.BULGULAR

ÇALIŞMALARIN TÜRÜNE ve YILLARA GÖRE DAĞILIMI

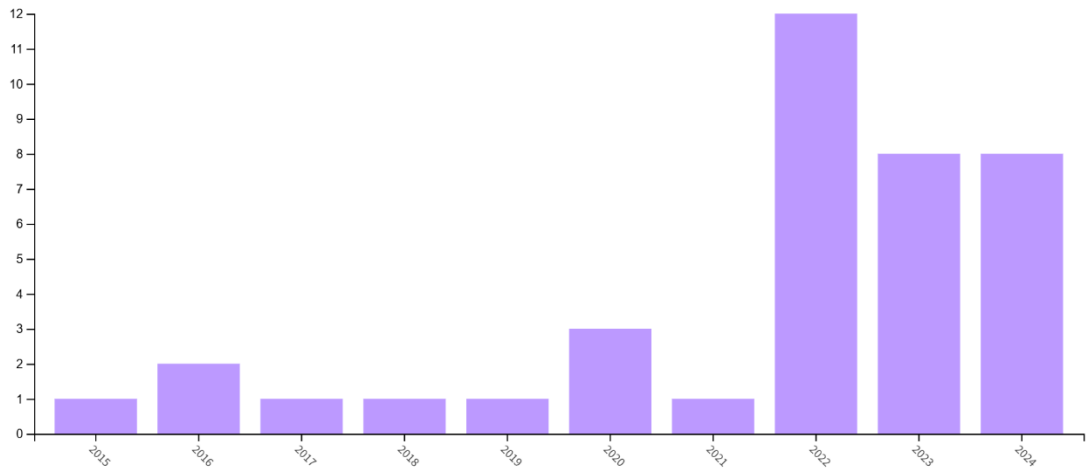
KY tanılı bireylerde DSO'ya ilişkin yayımlanan çalışmaların 30'unu makale, 10'unu derleme makaleleri oluşturmaktadır (Tablo 1) (Şekil 1). Çalışmaya dâhil edilen araştırmaların yıllara göre dağılımı incelendiğinde; ilgili yıllarda ki araştırma sayıları 1 ile 12 arasında değişmekte olup, en fazla çalışmanın 2022 yılında yapıldığı (n=12), en az çalışmanın ise 2015, 2017, 2018, 2019 ve 2021 yıllarında 1'er tane (n=1) yapıldığı görülmektedir (Şekil 2).

Tablo 1. Çalışmaların Türüne Göre Dağılımı

Document Types	Record Count	% of Total
Article	30	~65.22%
Review Article	10	~21.74%
Book Chapters	2	~4.35%
Early Access	2	~4.35%
Meeting Abstract	2	~4.35%
Proceedings Paper	2	~4.35%



Şekil 1. Çalışmaların Türüne Göre Dağılımı



Şekil 2. Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

YAZAR, DERGİ ve ATIF ANALİZLERİ

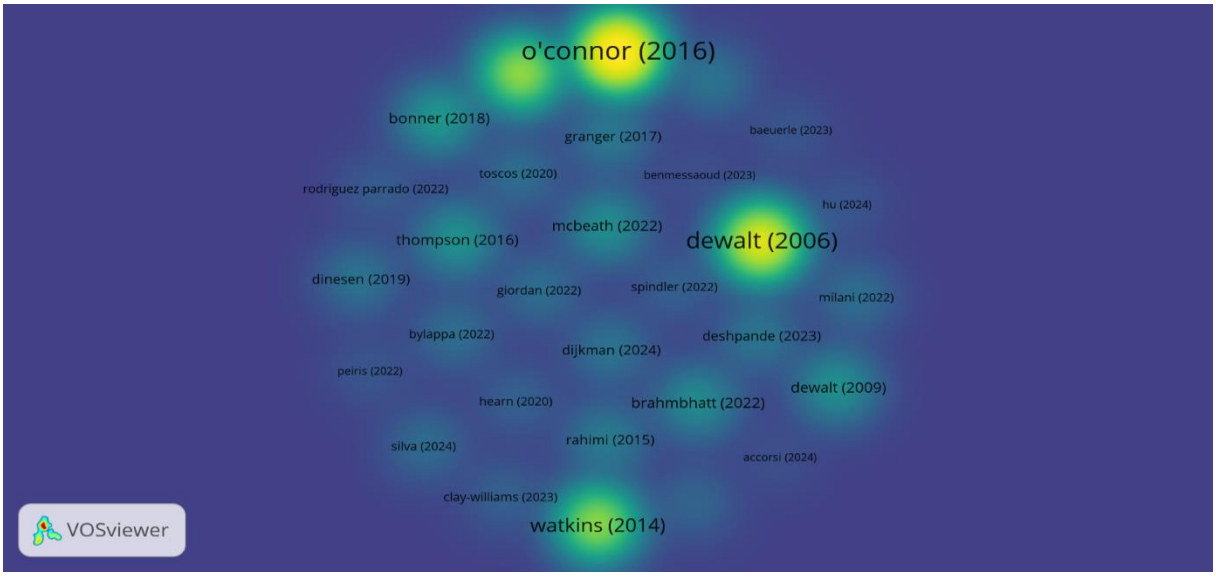
KY tanısı olan bireylerde DSO'ya ilişkin yayımlanan çalışmalar incelendiğinde, Dewalt, Darren A. en fazla atıf alan yazar olarak öne çıkmaktadır. İki yayınına toplam 274 atıf alarak, alan yazında en yüksek akademik etkiye sahip araştırmacı olduğu görülmektedir. Ross, Heather J., 2 yayınına 27 atıf alarak ikinci sırada yer almaktadır. Dinesen, Birthe, Gade, Josefine Dam, Hollingdal, Malene, Refsgaard, Jens ve Spindler, Helle gibi yazarlar ise 2 yayın yapmalarına rağmen 14 atıf almıştır (Tablo 2) (Şekil 3) . Bu durum, bazı yazarların çalışmalarının bilimsel ağ içinde daha güçlü bir etkileşime sahip olduğunu gösterirken, atıf sayılarındaki farklılıklar da çalışmaların görünürlüğü ve etkisi hakkında fikir vermektedir.

DSO ve KY konusundaki yayınların büyük bir kısmının belirli dergilerde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu alanda en fazla yayının yapıldığı dergiler arasında BMC Health Services Research ve BMJ Open öne çıkmakta olup, her biri 3 yayın (%7.317) ile en fazla katkı sağlayan dergiler arasındadır. JMIR Cardio ve Journal of Medical Internet Research, 2 yayın (%4.878) ile ikinci sırada yer almaktadır. Applied Ergonomics, BMC Geriatrics, BMC Medical Informatics and Decision Making, BMC Nephrology ve Canadian Journal of Cardiology gibi dergilerde ise yalnızca 1 yayın bulunmakta olup, bunlar toplam yayınların %2.439'unu oluşturmaktadır (Tablo 3).

KY tanısı olan bireylerde DSO'ya ilişkin yayınların yıllara göre dağılımı incelendiğinde, 2006-2015 yılları arasında sınırlı sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. 2016-2020 yılları arasında yayın sayılarında kademeli bir artış yaşanmış ve DSO konusuna olan ilginin giderek arttığı gözlemlenmiştir. 2021-2024 yılları arasında yayın sayıları belirgin bir şekilde artmış ve 2023 yılında en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Aynı şekilde, atıf sayıları da bu dönemde zirve yapmış, yapılan çalışmalar literatürde daha fazla yer bulmuştur. 2025 yılına gelindiğinde yayın sayılarında belirgin bir düşüş gözlenmektedir. Ancak bu düşüşün kesin bir anlam ifade edebilmesi için yılın tamamlanmasını beklemek gerekmektedir (Şekil 4).

Tablo 2. Konuya En Çok Katkı Veren Yazarlardan Bazıları ve Atıf Sayıları

Author	Documents	Citations
Dewalt, Darren A.	2	274
Ross, Heather J.	2	27
Dinesen, Birthe	2	14
Gade, Josefine Dam	2	14
Hollingdal, Malene	2	14
Refsgaard, Jens	2	14
Spindler, Helle	2	14
Pham, Quynh	2	5

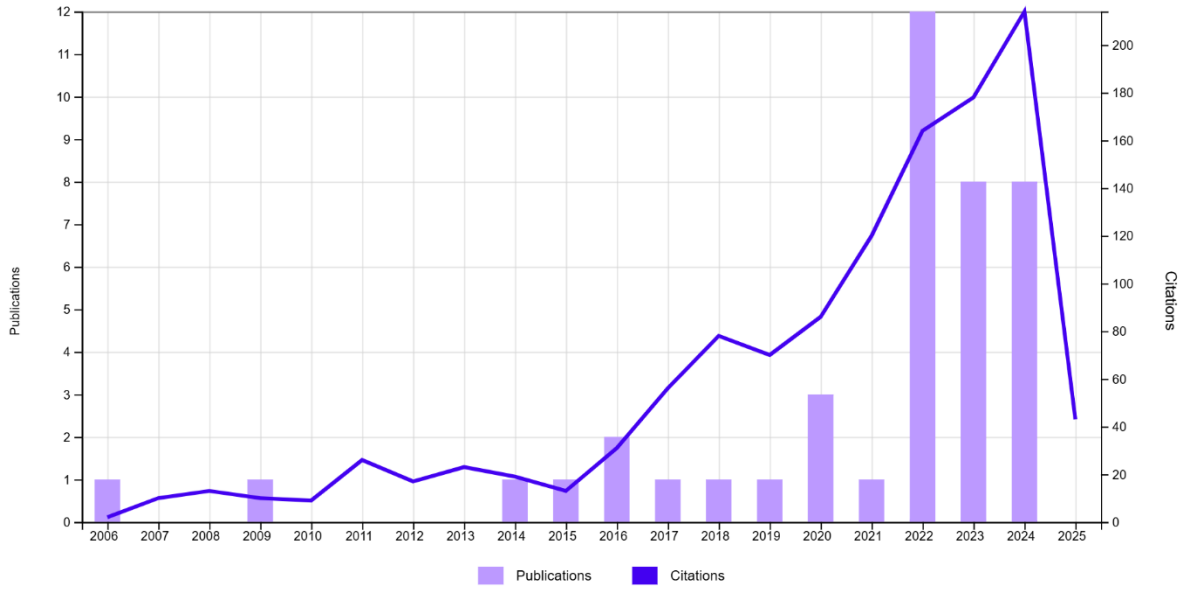


Şekil 3. Konuya Katkı Veren Yazarlar Yoğunluk Dağılımı

Tablo 3. Konuya En Çok Katkı Veren İlk 10 Dergi, Yayın Sayıları ve Yüzdeleri

Field: Publication Titles	Record Count	% of 41
BMC HEALTH SERVICES RESEARCH	3	7.317%
BMJ OPEN	3	7.317%
JMIR CARDIO	2	4.878%
JOURNAL OF MEDICAL INTERNET RESEARCH	2	4.878%
ANNALS OF GLOBAL HEALTH	1	2.439%
APPLIED ERGONOMICS	1	2.439%
BMC GERIATRICS	1	2.439%
BMC MEDICAL INFORMATICS AND DECISION MAKING	1	2.439%
BMC NEPHROLOGY	1	2.439%
CANADIAN JOURNAL OF CARDIOLOGY	1	2.439%

Analyze Data Table



Şekil 4. Yayın ve Atıf Sayılarının Yıllara Göre Dağılımı

ÜLKE, KURUM ve DİL ANALİZLERİ

KY tanılı bireylerde DSO'ya ilişkin yapılan çalışmaların ülkelere göre dağılımına bakıldığında, en fazla yayının ABD'de (14 yayın, %34.146) yapıldığı görülmektedir. Bu durum, ABD'nin sağlık bilişimi ve dijital sağlık alanındaki lider konumunu yansıtmakta ve bu konudaki akademik üretkenliği ortaya koymaktadır. Kanada (5 yayın, %12.195) ve Almanya (5 yayın, %12.195) da önemli katkılar sağlayan ülkeler arasında yer almaktadır. Avustralya ve İngiltere ise 4'er yayınla (%9.756) literatüre katkıda bulunmuştur (Tablo 4).

Üniversiteler ve akademik kurumlar açısından değerlendirildiğinde, en fazla yayın yapan kurumun University of Toronto (5 yayın, %12.195) olduğu görülmektedir. Bunu, University Health Network Toronto (4 yayın, %9.756) takip etmektedir. Ayrıca Peter Munk Cardiac Centre, University of California System, University of Ottawa ve Yale University gibi prestijli akademik kurumlar da 3'er yayın yaparak (%7.317) literatüre önemli katkılarda bulunmuştur (Tablo 5) (Şekil 5).

Dil dağılımı incelendiğinde, çalışmaların büyük çoğunluğunun İngilizce (%95.122) olarak yayımlandığı görülmektedir. Bu durum, bilimsel literatürde İngilizce'nin hâkim dil olarak kullanıldığını göstermektedir. Bunun dışında yalnızca birer çalışmanın Almanca ve Türkçe olarak yayımlandığı tespit edilmiştir (Tablo 6) (Şekil 6).

Tablo 4. Konunun En Çok Çalışıldığı İlk 10 Ülke, Yayın Sayıları ve Yüzdeleri

Field: Countries/Regions	Record Count	% of 41
USA	14	34.146%
CANADA	5	12.195%
GERMANY	5	12.195%
AUSTRALIA	4	9.756%
ENGLAND	4	9.756%
BRAZIL	2	4.878%
DENMARK	2	4.878%
INDIA	2	4.878%
COLOMBIA	1	2.439%
FRANCE	1	2.439%

Analyze Data Table

Tablo 5. Konunun En Çok Çalışıldığı İlk 10 Kurum, Yayın Sayıları ve Yüzdeleri

Field: Affiliations	Record Count	% of 41
UNIVERSITY OF TORONTO	5	12.195%
UNIVERSITY HEALTH NETWORK TORONTO	4	9.756%
PETER MUNK CARDIAC CENTRE	3	7.317%
UNIVERSITY OF CALIFORNIA SYSTEM	3	7.317%
UNIVERSITY OF OTTAWA	3	7.317%
YALE UNIVERSITY	3	7.317%
AALBORG UNIVERSITY	2	4.878%
AARHUS UNIVERSITY	2	4.878%
FEINBERG SCHOOL OF MEDICINE	2	4.878%
INDIANA UNIVERSITY BLOOMINGTON	2	4.878%

Analyze Data Table



Şekil 5. Konunun En Çok Çalışıldığı İlk 10 Kurum

Tablo 6. Konunun En Çok Çalışıldığı Diller, Yayın Sayıları ve Yüzdeleri

Field: Languages	Record Count	% of 41
English	39	95.122%
German	1	2.439%
Turkish	1	2.439%

Analyze Data Table



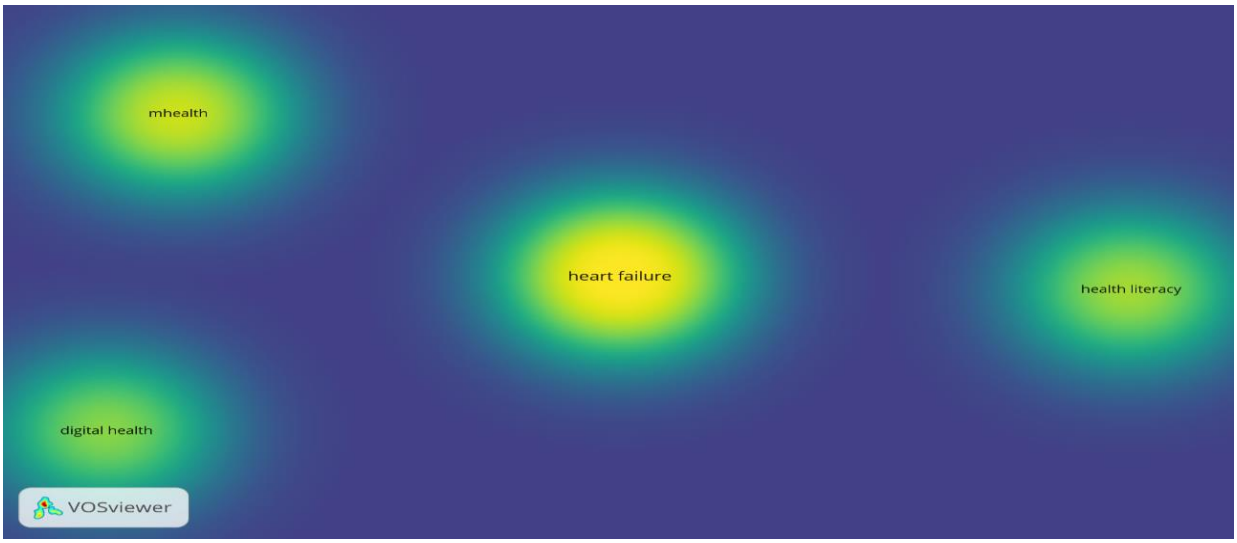
Şekil 6. Konunun En Çok Çalışıldığı Diller

KELİME ANALİZİ

Anahtar kelime yoğunluğu analizine göre, "heart failure" (kalp yetersizliği) kavramının literatürde merkezi bir konumda olduğu görülmektedir. Bunun yanında, "health literacy" (sağlık okuryazarlığı), "mHealth" (mobil sağlık) ve "digital health" (dijital sağlık) gibi terimler de sıkça kullanılan kavramlar arasında yer almaktadır (Şekil 7).

Konunun tematik dağılımı incelendiğinde, çalışmaların büyük ölçüde kardiyovasküler sistemler (14 yayın) ve sağlık hizmetleri bilimleri (11 yayın) alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Tıbbi bilişim (7 yayın), iç hastalıkları (7 yayın), sağlık politikaları ve hemşirelik (3'er yayın) gibi disiplinler de konuya katkı sağlamaktadır. Ergonomi ve bilgisayar bilimi gibi alanlar (2'şer yayın) ise nispeten daha az çalışma yapılan konular arasındadır (Şekil 8).

Şekil 7. Kelime Yoğunluğu Analizi





Şekil 8. Konunun Tematik Dağılımı

4.TARTIŞMA

Bu bibliyometrik analiz, KY tanılı bireylerde DSO alanında yapılan çalışmaların genel eğilimlerini, akademik etki düzeylerini ve tematik dağılımını ortaya koymaktadır. Bulgular, bu alandaki yayınların son yıllarda artış gösterdiğini, özellikle belirli ülkeler, kurumlar ve dergiler tarafından yoğun bir şekilde ele alındığını göstermektedir.

Yayın türleri incelendiğinde, çalışmalın çoğunluğunun (%65.22) makale formatında olduğu görülmektedir. Bunu %21.74 oranı ile derleme makaleleri takip etmektedir. Kitap bölümleri, erken

erişim, toplantı özetleri ve bildiri makaleleri her biri %4.35 oranında yer almaktadır. Yayın sayılarına yıllar bazında bakıldığında, 2020 sonrası belirgin bir artış görülmektedir. 2022 yılında en fazla yayın yapılırken, 2023 ve 2024 yıllarında bu artış devam etmektedir.

Yazar bazında yapılan analizlerde, Dewalt, Darren A. en fazla atıf alan yazar olup, iki yayınına toplam 274 atıf almıştır. Onu, 27 atıf alan Ross, Heather J. takip etmektedir. Bununla birlikte, Dinesen, Birthe, Gade, Josefine Dam, Hollingdal, Malene, Refsgaard, Jens ve Spindler, Helle gibi yazarlar, iki yayına sahip olmalarına rağmen 14 atıf almışlardır.

Dergiler bazında incelendiğinde, BMC Health Services Research ve BMJ Open dergileri %7.317 oranında yayın yaparak en çok katkı sağlayan dergiler olarak öne çıkmaktadır. JMIR Cardio ve Journal of Medical Internet Research ise %4.878 oranında yayınla ikinci sırada yer almaktadır. Bunun dışında Applied Ergonomics, BMC Geriatrics, BMC Medical Informatics and Decision Making, BMC Nephrology ve Canadian Journal of Cardiology dergilerinde sadece birer yayın bulunmaktadır ve toplam yayınların %2.439'unu oluşturmaktadır.

Ülke bazlı analizlerde, ABD (14 yayın, %34.146) ile en fazla yayına sahip ülke konumundadır. Kanada ve Almanya (her biri 5 yayın, %12.195) ile ikinci sırada yer alırken, Avustralya ve İngiltere (her biri 4 yayın, %9.756) oranıyla takip etmektedir.

Bağlı bulundukları kurumlara göre incelendiğinde, en fazla yayın yapan kurum University of Toronto (5 yayın, %12.195) olarak öne çıkmaktadır. University Health Network Toronto (4 yayın, %9.756), Peter Munk Cardiac Centre, University of California System, University of Ottawa ve Yale University gibi kurumlar (her biri 3 yayın, %7.317) bu alana büyük katkı sağlamaktadır.

DSO alanında "heart failure" (kalp yetersizliği) kavramının merkezde yer aldığı ve en fazla çalışmanın bu bağlamda yapıldığı görülmektedir. "mHealth", "digital health" ve "health literacy" gibi kavramlar öne çıkmaktadır. Bu da, teknolojik gelişmelere paralel olarak sağlık okuryazarlığının mobil sağlık uygulamaları ve dijital platformlar üzerinden geliştirilmeye çalışıldığını göstermektedir.

Konuların dağılımına bakıldığında, "Cardiac Cardiovascular Systems" (14 yayın) ve "Health Care Sciences Services" (11 yayın) en yaygın kategoriler olarak öne çıkmaktadır. "Medical Informatics" ve "Medicine General Internal" (her biri 7 yayın) gibi konular da yoğun olarak çalışılan alanlar arasındadır.

Sonuç olarak, bu çalışma KY olan bireylerde DSO konusundaki akademik çalışmaların zaman içinde arttığını ve bu konunun sağlık hizmetleri, kardiyoloji, sağık bilişimi ve mobil sağlık gibi

farklı alanlarla kesistiğini ortaya koymaktadır. Özellikle ABD ve Kanada gibi ülkelerin liderlik ettiği bu araştırma alanında, gelecekte mobil sağlık uygulamalarının ve yapay zeka destekli sağlık okuryazarlığı çalışmalarının daha fazla yer bulması beklenmektedir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmanın literatür taramasının tek bir veri tabanı aracılığıyla gerçekleştirilmiş olması, sadece İngilizce dilinde yayımlanmış çalışmaların dahil edilmesi ve çalışmaya dahil edilen araştırma türünün sınırlandırılması araştırmamızın sınırlılıklarını oluşturmaktadır.

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bibliyometrik analiz, KY ile DSO arasındaki ilişkinin akademik literatürdeki yeri ve gelişimi hakkında önemli bulgular sunmaktadır. Çalışma, bu alandaki akademik yayın trendlerini belirlemek, en etkili yazarları, kurumları ve ülkeleri saptamak ve konu bağlantılarını göstermek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Sonuçlar, alandaki akademik yayınların büyük bir kısmının makale ve derleme makalelerinden oluştuğunu ve yayın sayısının 2020'den sonra belirgin bir artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Almanya en çok yayın yapan ülkeler arasında yer almakta olup, başlıca akademik kurumlar University of Toronto, University Health Network Toronto ve University of California System olmuştur. Bu bulgular, konunun özellikle gelişmiş ülkelerde bilimsel ilgiyi çektiğini ve sağlık sistemleri ile akademik kurumların DSO'ya odaklandığını göstermektedir.

Anahtar kelime ağ analizleri ve konu haritalamaları, "heart failure", "mhealth", "digital health" ve "health literacy" kavramlarının merkezi konumda olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, dijital sağlık teknolojilerinin KY olan hastalar için giderek daha fazla kullanılmaya başladığını ve sağlık okuryazarlığının bu süreçte kritik bir rol oynadığını işaret etmektedir.

Gelecek araştırmalar, daha geniş veri setleri kullanarak farklı dillerdeki yayınları da dahil edebilir ve niteliksel analizlerle akademik katkıların derinliğini daha iyi değerlendirebilir. Ayrıca, KY hastalarında DSO'yu geliştirmek için etkili stratejiler belirlemek amacıyla multidisipliner yaklaşımların benimsenmesi faydalı olacaktır. Bu bağlamda, hem akademik hem de klinik uygulamalar açısından DSO'nun geliştirilmesi kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

6.KAYNAKÇA

Ardahan, M. (2018). Mobil sağlık ve hemşirelik. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, *27*(6), 427-433.

Benjamin, E. J., Virani, S. S., Callaway, C. W., Chamberlain, A. M., Chang, A. R., Cheng, S., ... & Muntner, P. (2018). Heart disease and stroke statistics—2018 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*, *137*(12), e67-e492.
Cevik, S., Özden, G., & Çıtlık Sarıtaş, S. (2020). E-Sağlık okuryazarlığı ile kalp yetersizliği özbakımında bakım veren katkısı arasındaki ilişki. *JAREN*, *6*(3), 476-82.
Chan, C. V., & Kaufman, D. R. (2011). A framework for characterizing eHealth literacy demands and barriers. *Journal of medical Internet research*, *13*(4), e1750.
de Melo Ghisi, G. L., da Silva Chaves, G. S., Britto, R. R., & Oh, P. (2018). Health literacy and coronary artery disease: A systematic review. *Patient education and counseling*, *101*(2), 177-184.
Değertekin, M., Erol, Ç., Ergene, O., Tokgözoğlu, L., Aksoy, M., Erol, M. K., ... & Kozan, Ö. (2012). Türkiye'deki kalp yetersizliği prevalansı ve öngördürücüleri: HAPPY çalışması. *Türk Kardiyol Dern Arş*, *40*(4), 298-308.
Ekenler, G., & Altınel, B. (2024). Kalp Yetersizliği Olan Hastalarda Sağlık Okuryazarlığının Hastalık Algısı ve İlaç Uyumu ile İlişkisi. *Kardiyovasküler Hemşirelik Dergisi*, *15*(37), 104-109.
Eysenbach, G. (2001). What is e-health?. *Journal of medical Internet research*, *3*(2), e833.
Faiola, A., Papautsky, E. L., & Isola, M. (2019). Empowering the aging with mobile health: a mHealth framework for supporting sustainable healthy lifestyle behavior. *Current Problems in Cardiology*, *44*(8), 232-266.
Heidenreich, P. A., Albert, N. M., Allen, L. A., Bluemke, D. A., Butler, J., Fonarow, G. C., ... & Trogdon, J. G. (2013). Forecasting the impact of heart failure in the United States: a policy statement from the American Heart Association. *Circulation: Heart Failure*, *6*(3), 606-619.
İncirkuş, K., & Nahcivan, N. Ö. (2015). Kronik hastalık yönetimi için bir rehber: Kronik bakım modeli. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, *23*(1), 66-75.
Kim, H., & Xie, B. (2017). Health literacy in the eHealth era: a systematic review of the literature. *Patient education and counseling*, *100*(6), 1073-1082.
Lindahl, B., Norberg, M., Johansson, H., Lindvall, K., Ng, N., Nordin, M., ... & Schulz, P. J. (2020). Health literacy is independently and inversely associated with carotid artery plaques and cardiovascular risk. *European journal of preventive cardiology*, *27*(2), 209-215.
MDPI. eHealth Literacy and Self-Care in Heart Failure Patients, 2023.
Mert, H., & Barutcu, C. D. (2012). Kalp Yetersizliğinde Palyatif Bakım. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, *11*(2).
NCBI. Digital Health Literacy and Heart Failure Management, 2024.
Savarese, G., Becher, P. M., Lund, L. H., Seferovic, P., Rosano, G. M., & Coats, A. J. (2022). Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology. *Cardiovascular research*, *118*(17), 3272-3287.
ScienceDirect. The Role of Digital Health Literacy in Cardiovascular Disease Prevention, 2023.
Springer. Bibliometric Analysis of Digital Health Literacy Research, 2023.
Update, A. S. (2017). Heart disease and stroke statistics–2017 update. *Circulation*, *135*, e146-e603.
Virani, S. S., Alonso, A., Benjamin, E. J., Bittencourt, M. S., Callaway, C. W., Carson, A. P., ... & American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. (2020). Heart disease and stroke statistics—2020 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*, *141*(9), e139-e596.
Yancy, C. W., Jessup, M., Bozkurt, B., Butler, J., Casey, D. E., Drazner, M. H., ... & Wilkoff, B. L. (2013). 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Journal of the American college of cardiology*, *62*(16), e147-e239.

MAHKÛMLARLA İLGİLİ HEMŞİRELİK ÇALIŞMALARININ LİTERATÜRDE NİCEL GÖRÜNÜMÜ: BİBLİYOMETRİK ANALİZ

Dr. Öğr.Üyesi. Bahar TÜRKMENOĞLU
Sivas Cumhuriyet University, Hafik Kamer Örnek Vocational High School / Child Care and Youth Services Department / Child Development Pr. /SIVAS
ORCID ID: 0000-0001-5631-3215
Dr. Döne GÜNAY
Sivas Numune Hospital/ Yesilyurt, Sifa Cd No:4, 58060 /SIVAS
ORCID ID: 0000-0002-8721-6028

ÖZET

Bu bibliyometrik analiz, mahkûmlara ilişkin şimdiye kadar yapılmış hemşirelik çalışmalarının eğilimlerinin tespit edilmesi ve son gelişmelerin görselleştirilmesi amacıyla yapılmıştır. Bibliyometrik analiz istatistiksel ve bibliyometrik görselleştirmelerin kullanılması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma verilerinin elde edilmesinde "Web of Science Core Collection" veri tabanı kullanılmıştır. Veri tabanında "Prison'', ''Nursing'', ''Nursing Care'' anahtar kelimeleri kullanılarak tarama yapılmıştır. Bibliyometrik analize dahil edilme kriterlerini sağlayan çalışma sayısı 752 olarak belirlenmiştir. Çalışmaya dahil edilen araştırmaların yıllara göre sayısının arttığı, çalışmalara 72 farklı ülkeden, 2870 yazar katkıda bulunduğu, çalışmaların 382 farklı dergide yer aldığı, yayımlanan 752 yayına yapılan atıf sayısı toplamda 7575 olduğu, yayımlanan çalışmalarda en çok kullanılan anahtar kelimelerin prison-s-ers (n= 152), nursing (n=40), hiv (n=30), olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın konu hakkında bilgi edinmek isteyen, araştırma yapmak isteyen çalışmacılara yol gösterici bilgiler sunacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Prison, Bibliometric Analysis, Nursing, Nursing Care

QUANTITATIVE OVERVIEW OF NURSING STUDIES ON PRISONERS IN THE LITERATURE: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

ABSTRACT

This bibliometric analysis was conducted to identify trends in nursing studies related to prisoners and to visualize recent developments in the field. The analysis was performed using statistical and bibliometric visualization techniques. The Web of Science Core Collection database was used to obtain research data. A search was conducted using the keywords "Prison," "Nursing," and "Nursing Care." The number of studies meeting the inclusion criteria for bibliometric analysis was determined to be 752.

The findings indicate that the number of studies on this topic has increased over the years. Contributions were made by 2,870 authors from 72 different countries, and the studies were

published in 382 different journals. The total number of citations for the 752 publications analyzed was 7,575. The most frequently used keywords in the published studies were "prisoners" (n=152), "nursing" (n=40), and "HIV" (n=30).

It is anticipated that this study will provide valuable guidance for researchers interested in obtaining information and conducting further studies on this topic.

Keywords: Prison, Bibliometric Analysis, Nursing, Nursing Care

1.GİRİŞ

Ceza infaz kurumlarında (CİK) mahkûm sayısı dünya genelinde artmaya devam etmektedir (World Population Review, 2022). Birleşmiş Milletler Uyuşturucu ve Suç Ofisi'nin (UNODC) 2024 tarihli raporuna göre, dünya genelinde cezaevlerinde yaklaşık 11 milyon kişi bulunmaktadır. Ayrıca, her yıl yaklaşık 600.000 kişinin cezaevlerinden salıverildiği ve toplumlarına geri döndüğü tahmin edilmektedir (National Center for Biotechnology Information, 2022). Cezaevinde bulunan bireylerin sağlık profili karmaşık olup, fiziksel ve ruhsal sağlık sorunları sıklıkla bir arada görülmektedir. Enfeksiyonlar, hipertansiyon, diyabet, bunama ve kanser gibi yaşa bağlı sağlık riskleri yaygındır ve yaşam tarzı seçimleri, madde bağımlılığı, sınırlı tarama ve hapishane yaşamının doğasında var olan stres gibi faktörler tarafından daha da kötüleştirmektedir (Fazel vd. 2001 ; Munday vd. 2019). Ceza infaz kurumlarında bulunan mahkûmların sağlık ihtiyaçları, genel toplumdan farklı ve karmaşık bir yapı sergilemektedir. Mahkûmlar ayrıca fiziksel ve psikososyal sağlık sorunları açısından yüksek risk altında olup, cezaevi ortamının kısıtlayıcı ve stresli yapısı bu sorunları daha da derinleştirmektedir (Fazel & Baillargeon, 2011). Cezaevlerinde sağlık hizmeti sunan hemşireler, mahkûmların sağlık gereksinimlerini karşılamada önemli bir rol oynamakta ve bu bağlamda çeşitli hemşirelik uygulamaları geliştirilmiştir (Young et al., 2020).

Mahkûmlarla ilgili hemşirelik araştırmaları, bu özel popülasyonun sağlık durumunu iyileştirmek ve cezaevi sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmak amacıyla yürütülmektedir (Dolovich, 2018; Ayuso Murillo, 2020). Ancak, bu alandaki mevcut literatürün kapsamı, eğilimleri ve araştırma boşlukları hakkında bütüncül bir değerlendirme ihtiyacı devam etmektedir (Charles et al., 2021). Bibliyometrik analizler, belirli bir alandaki akademik çalışmaların nicel değerlendirmesini sağlayarak, literatürün genel yapısını, araştırma eğilimlerini ve gelecekteki çalışmalar için potansiyel araştırma konularını belirlemekte önemli bir araçtır (Van Eck & Waltman, 2014).

Bu çalışmanın amacı, Web of Science veri tabanında yer alan mahkûmlarla ilgili hemşirelik çalışmalarını bibliyometrik yöntemlerle analiz etmektir. Çalışma kapsamında, mevcut literatürün genel özellikleri, zaman içindeki gelişimi, en etkili çalışmalar ve araştırma boşlukları incelenerek, gelecekteki araştırmalara ışık tutacak veriler sunulması hedeflenmektedir.Bu bibliyometrik analiz, mahkûmlarla ilgili hemşirelik alanında ki şidiye kadar yapılmış tüm çalışmalara ilişkin eğilimlerin tespit edilmesi ve son gelişmelerin görselleştirilmesi amacıyla yapılmıştır.

2.YÖNTEM

Bu makalede, hemşirelik alanındaki mahkûmlarla ilgili çalışmaların bibliyometrik analizi istatistiksel ve bibliyometrik görselleştirmelerin kullanılması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda bu çalışmada; çalışmaların yıllara göre yayın sayısı değişimi, yazar, ülke ve kurum analizleri, dergi ve atıf analizleri ile kelime analizi incelenmiştir.

Araştırma verilerinin elde edilmesinde "Web of Science Core Collection" veri tabanı kullanılmıştır. "Web of Science Core Collection" veri tabanı; VOSviewer programı ile uyumlu olması, bilimsel yayınları analiz etmek için en çok kabul gören veri tabanı olması ve bilimsel yayınların atıf istatistikleri ve yayınların bibliyografik verilerine erişim imkânı sağlaması nedeniyle tercih edilmiştir. Veriler dâhil etme ve hariç tutma kriterlerine uygun olarak Ocak-Şubat 2025 tarihleri arasında toplanmıştır.

Çalışmaya dâhil etme kriterlerini: yıl sınırı olmaksızın mahkûmlar ile ilgili hemşirelik alanında yapılmış çalışmalar oluşturmaktadır.

Çalışmadan dışlama kriterleri ise; İlgili aramada verisine ulaşılamayan çalışmalar oluşturmaktadır.

Veri tabanında "Prison'', ''Nursing'', ''Nursing Care'' "anahtar kelimeleri kullanılarak tarama yapılmış ve tüm yıllar arasında yapılan 752 çalışmaya ulaşılmıştır. Verilerin analizinde; çalışmada elde edilen tüm bibliyografik veriler veri tabanından indirilmiştir. Bibliyometrik analiz birden fazla dosyadan meta veri yüklemeye izin veren VOSviewer programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma herhangi bir birey üzerinde yürütülmediği için ve veri toplama yöntemi olarak doküman analizi kullanıldığından etik kurul onayı gerekli değildir.

3.BULGULAR

ÇALIŞMALARIN YILLARA GÖRE DAĞILIMI

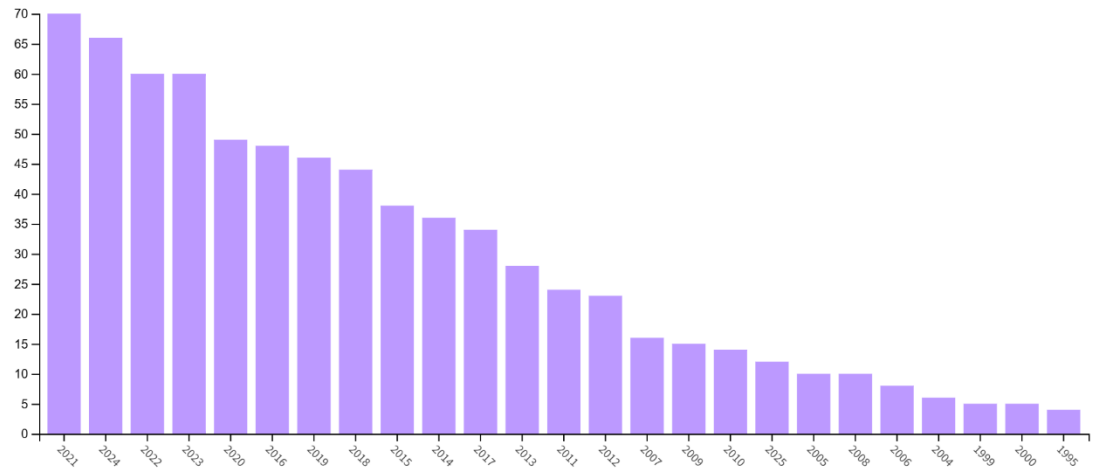
Mahkûmlara ilişkin hemşirelik alanında yayımlanan çalışmaların 622'ini makale, 87'sini derleme makaleleri oluşturmaktadır (Tablo 1). Çalışmaya dahil edilen araştırmaların yıllara göre

dağılımı incelendiğinde; ilk araştırmanın 1984 yılında literatüre kazandırıldığı, araştırma sayılarının yıllar içerisinde 1 ile 70 arasında değişmekte olup, en fazla çalışmanın 2021 yılında (n=70) literatüre kazandırıldığı görülmektedir (Şekil 1)(Şekil 2).

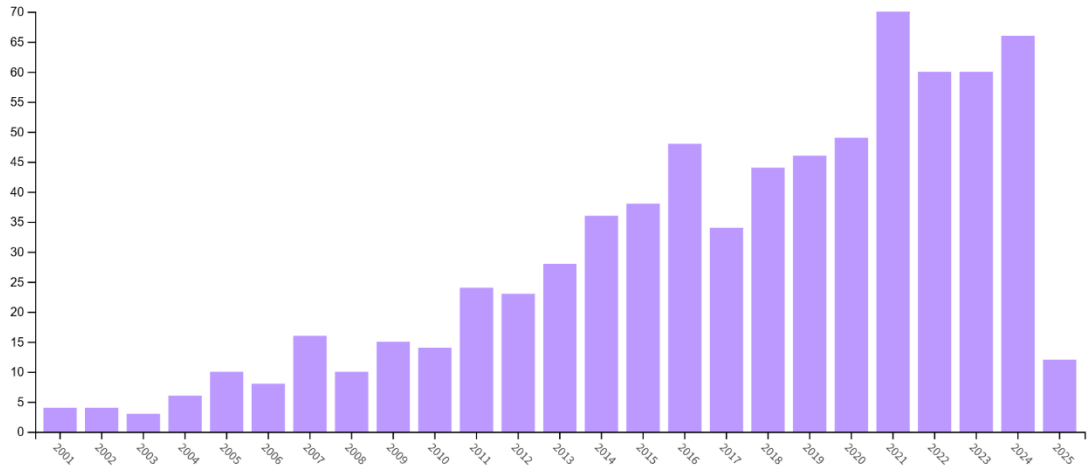
Tablo 1. Yapılan Çalışmaların Türü

Document Types	Record Count	% of 752
Article	622	82.713%
Review Article	87	11.569%
Editorial Material	25	3.324%
Early Access	16	2.128%
Book Chapters	12	1.596%
Meeting Abstract	12	1.596%
Proceeding Paper	9	1.197%
Retracted Publication	2	0.266%
Book Review	1	0.133%
Correction	1	0.133%
Letter	1	0.133%

Analyze Data Table



Şekil 1. En Çok Ayın Yapılan Yıllar (n=25)



Şekil 2. Yayınların Yıllar İçerisinde Değişimi

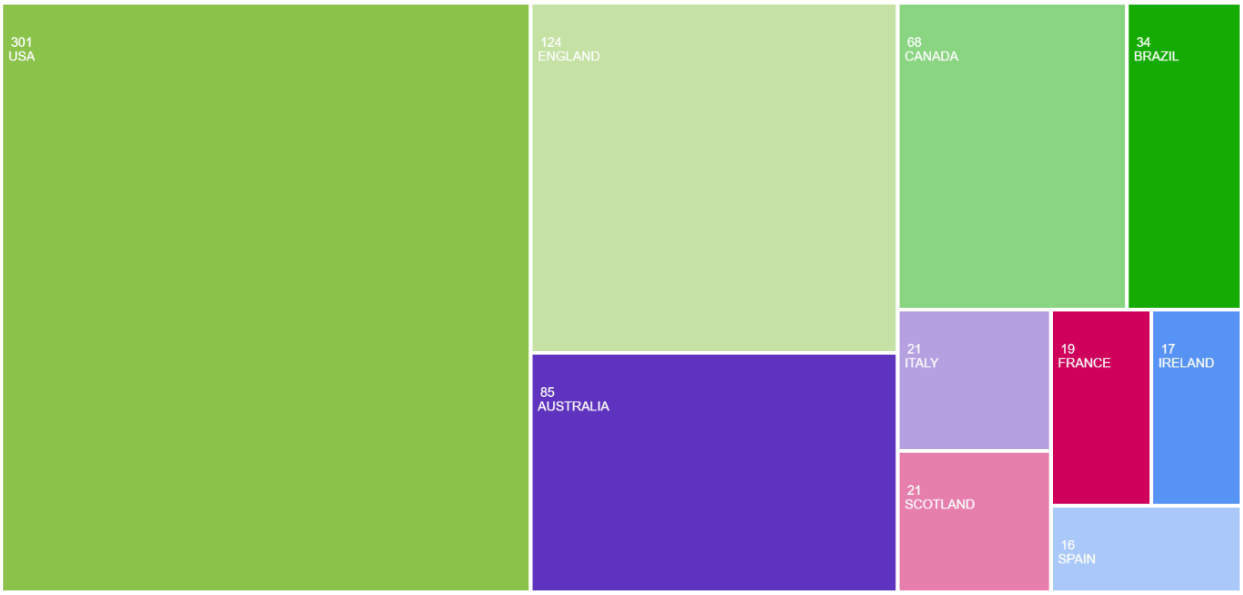
YAZAR, ÜLKE VE KURUM ANALİZLERİ

Mahkûmlara ilişkin tüm yıllarda yayımlanan hemşirelikle ilgili çalışmalara 72 farklı ülkeden, 2870 yazar katkıda bulunmuştur. Konuya ilişkin literatüre en çok katkı veren ilk üç yazar Loeb SJ (n=28), Kitt-lewis E (n=14) ve Penrod (n=13)' dir (Tablo 2). Konu hakkında yayımlanan makalelere desteği en fazla olan 10 ülke sırasıyla; ABD (n=301), İngiltere (n=124), Avustralya (n=85), Canada (n=68), Brazilya (n=34), Italy (n=21), Scotland (n=21), France (n=19), İreland (n=17) ve Spain (n=16)'dir (Şekil 3). Çalışmalara katkı veren 1282 kurum bulunmakta olup, ilk üç sırada Unıversıty Of California System (n=42), Pennsylvanıa Commonwealth System Of Hıgher Educatıon Pcshe (n=29), Unıversıty of London (n=26) yer almaktadır (Şekil 4).

Tablo 2. Literatüre En Çok Katkı Veren İlk On Yazar

Field: Researcher Profiles	Record Count	% of 752
Loeb, Susan J.	28	3.723%
Kitt-Lewis, Erin	14	1.862%
Penrod, J	13	1.729%
Culbert, Gabriel J.	11	1.463%
Paynter, Martha	10	1.330%
Ramaswamy, Megha	8	1.064%
Heggie, Clare	8	1.064%
Altice, Frederick L	8	1.064%
Shaw, Jennifer	7	0.931%
Reagan, Louise	7	0.931%

Analyze Data Table



Şekil 3. Konu Hakkında En Fazla Çalışma Yayınlayan İlk 10 Ülke



Şekil 4. Konu Hakkında En Çok Yayın Yapan İlk 10 Kurum

DERGİ VE ATIF ANALİZLERİ

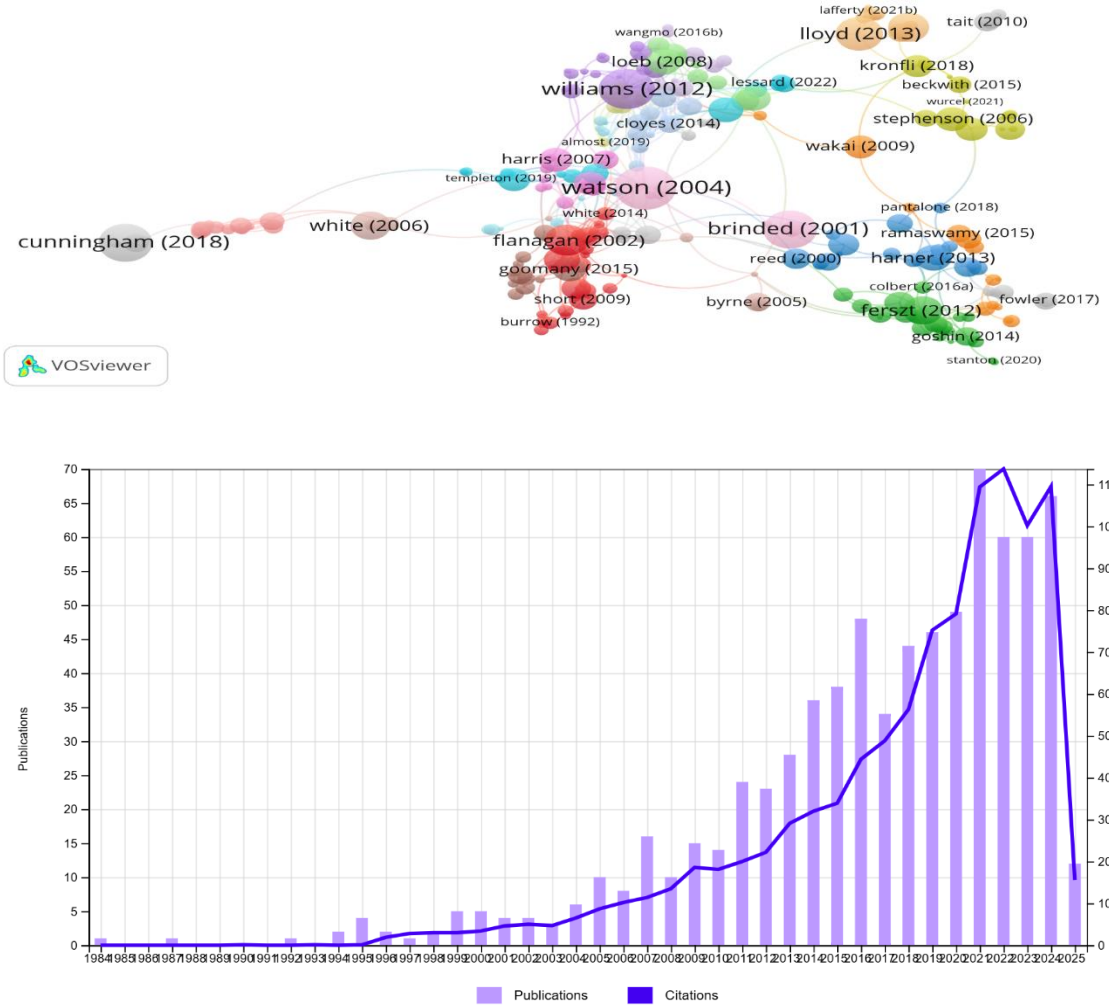
Mahkûmlara ilişkin tüm yıllarda yayımlanan hemşirelikle ilgili çalışmalar 382 farklı dergide yer almıştır. En fazla yayın Journal of Forensic Nursing (n=39) dergisindedir. Sırasıyla Journal of Correctional Helathcare (n=34), Internatıonal Journal of Prisoner Health (n=24), Journal of Advanced Nursing (n=18), Journal of Clinical Nursing (n=10),Plos One (n=10), Journal Of Forensic Psychiatry Psychology (n=9), BMJ Open (n=8), Health Justice (n=8) ve International Journal of Drug Policy (n=8) 'i bu dergiyi takip etmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Konu hakkında en çok çalışmanın yayımlandığı ilk 10 dergi

Field: Publication Titles	Record Count	% of 752
JOURNAL OF FORENSIC NURSING	39	5.186%
JOURNAL OF CORRECTIONAL HEALTH CARE	34	4.521%
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRISONER HEALTH	24	3.191%
JOURNAL OF ADVANCED NURSING	18	2.394%
JOURNAL OF CLINICAL NURSING	10	1.330%
PLOS ONE	10	1.330%
JOURNAL OF FORENSIC PSYCHIATRY PSYCHOLOGY	9	1.197%
BMJ OPEN	8	1.064%
HEALTH JUSTICE	8	1.064%
INTERNATIONAL JOURNAL OF DRUG POLICY	8	1.064%

Analyze Data Table

Atıf analizi, bir araştırma alanındaki en etkili yayınları belirleyerek yayınlar arasındaki ilişkileri analiz etmeye olanak sağlamaktadır (kaynak). Atıf analizi kapsamında mahkûm lara ilişkin tüm yıllarda yapılan hemşirelikle ilgili 752 çalışmanın 7575 atıf aldığı, H-index'inin 44 olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).

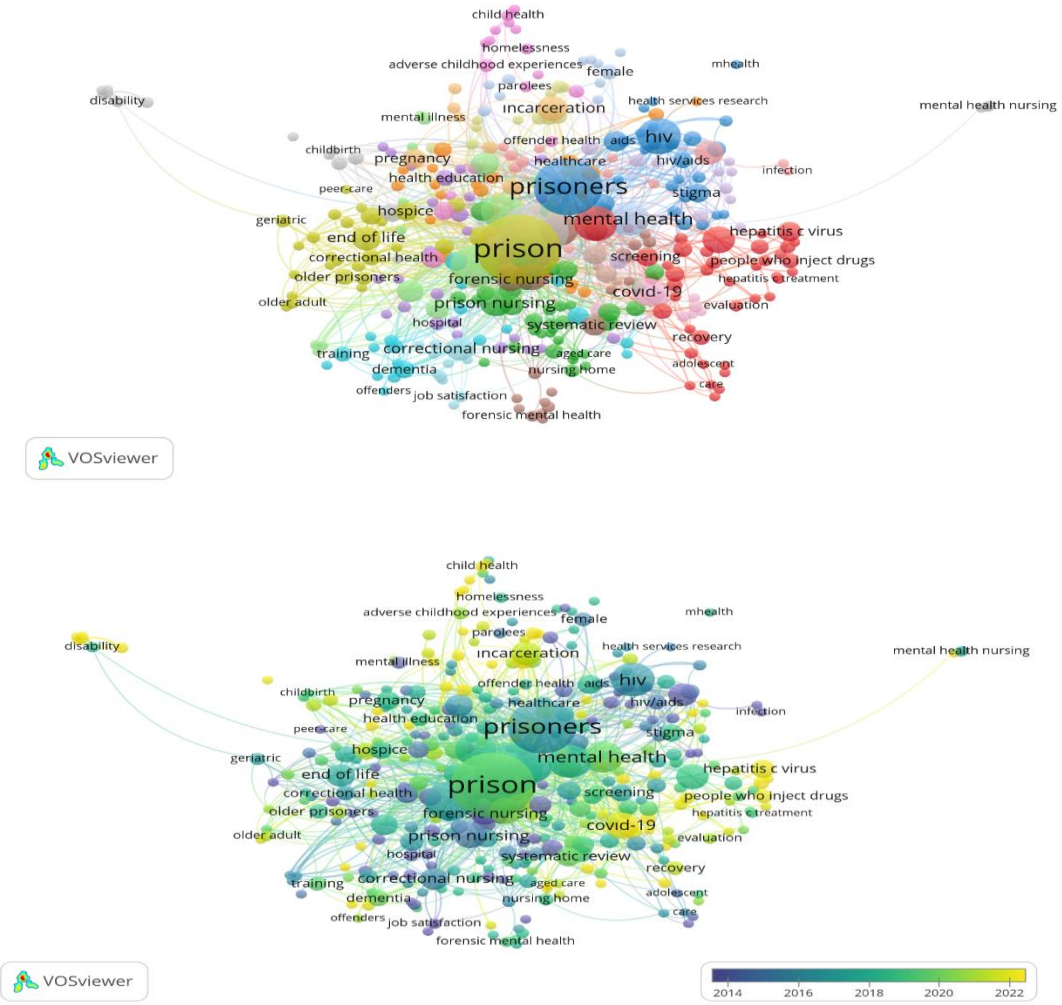


Şekil 5. Tüm Yıllar Yayın Atıf Analizi

Çalışmalar içerisinde en fazla atıf alan çalışma (n= 348); Priebe, S ve ark. tarafından 2004 yılında yayımlanan; ‘‘Reinstitutionalisation in mental-health care: comparison of data on service provision from six European countries ‘’ başlıklıdır. Bu çalışmayı Ormerod ve ark. tarafından 2000 yılında yayımlanan ‘’ Control and prevention of tuberculosis in the United Kingdom: Code of Practice 2000 ‘’başlıklı çalışma 268 atıf ile izlemektedir. 1995 yılında S. E; Hedemark, LL and Davies, SF Tarafından yayımlanan ‘’ Outbreak of Tuberculosis Among Regular Patrons of A Neighborhood Bar’ başlıklı çalışma (n=196) üçüncü sırada yer almaktadır.

Kelime Analizi

Kelime ağ analizinde, yayımlanan çalışmalarda en çok kullanılan anahtar kelimeler analiz edilmiştir. Analiz edilen kelimeler içerisinde ilk on kelimeyi prison (n= 108), prisoners (n= 72), prisons (n=72), nursing (n=40), hiv (n=30), qualitative research (n=28), incarceration (n=26), mental health (n=25), women (n=21) ve palliative care (n=20) oluşturmuştur.



Şekil 6. Anahtar Kelime Analizi

Ayrıca mahkûmlara ilişkin tüm yıllarda yayımlanan hemşirelikle ilgili çalışmalar 88 WOS kategorisinde yer almakta, en çok hemşirelik (n=245), hemşireliği Public Environmental Occupational Health (n= 180) kategorisi izlemektedir. Çalışmalar 8 ayrı dilde olup, en fazla İngilizce dilinde literatüre çalışma kazandırılmıştır (n= 727). Ardından French (n= 7) İngilizceye

kıyasla az sayıda çalışma ile ikinci sırada yer almıştır. Tüm literatürün Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin 9'u hakkında çalışmalara katkısı belirlenmiş, Good Health and Well Being hakkında 698 kayıt ilk sırada dikkat çekmektedir.

4.TARTIŞMA

Bu bibliyometrik analiz, mahkûmlarla ilgili hemşirelik çalışmalarının yıllara, ülkelere, kurumlara, dergilere ve atıflara göre dağılımını inceleyerek, bu alandaki bilimsel üretimin genel eğilimlerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, literatürdeki gelişimi anlamak ve gelecekteki araştırmalar için yönlendirici bilgiler sunmak adına önemli veriler ortaya koymuştur.

Çalışmanın bulgularına göre, mahkûm larla ilgili hemşirelik araştırmaları 1984 yılında başlamış ve yıllar içinde artış göstermiştir. 2021 yılı, en fazla yayının yapıldığı yıl olarak öne çıkmaktadır. Bu artışın, cezaevlerindeki sağlık hizmetlerine yönelik artan farkındalık, mahkûm nüfusunun sağlık ihtiyaçlarının daha iyi anlaşılması ve küresel sağlık politikalarındaki değişimlerle ilişkili olduğu düşünülebilir.

Yazar, ülke ve kurum analizleri, bu alanda en fazla katkıyı sağlayan araştırmacıları ve akademik merkezleri belirlememize olanak tanımıştır. Loeb SJ, Kitt-Lewis E ve Penrod gibi araştırmacılar, mahkûm sağlığı konusunda öne çıkan isimlerdir. Ülkeler arasında ABD, İngiltere ve Avustralya'nın en fazla yayına sahip olduğu görülmektedir. Bu ülkelerde cezaevi sağlığına yönelik yapılan çalışmaların yoğunluğu, akademik ve politik desteğin varlığını göstermektedir. Ayrıca, en fazla katkı sağlayan kurumların başında University of California System, Pennsylvania Commonwealth System of Higher Education ve University of London gelmektedir. Bu durum, ilgili üniversitelerin cezaevi sağlığı konusundaki uzmanlıklarını ve araştırma kapasitelerini ortaya koymaktadır.

Dergi ve atıf analizi sonuçlarına göre, Journal of Forensic Nursing ve Journal of Correctional Healthcare en fazla yayına sahip dergiler olarak öne çıkmaktadır. Atıf analizine bakıldığında, H-index'in 44 olması, bu alandaki çalışmaların etkili olduğunu ve araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir. En fazla atıf alan çalışmaların, cezaevi ortamında ruh sağlığı, bulaşıcı hastalıklar ve sağlık hizmetleri üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, mahkûm sağlığı alanında en fazla ilgi gören konuların başında bulaşıcı hastalıkların kontrolü ve ruh sağlığı hizmetleri olduğunu göstermektedir.

Kelime analizi, mahkûm sağlığı konusundaki en yaygın temaları belirlememize yardımcı olmuştur. 'Prison', 'prisoners', 'nursing', 'HIV', 'mental health' ve 'incarceration' gibi terimlerin

sıkça kullanılması, araştırmaların genel olarak mahkûm ların sağlık hizmetlerine erişimi, bulaşıcı hastalıklar ve ruh sağlığı üzerine odaklandığını göstermektedir. Özellikle HIV, mahkûm sağlığı çalışmalarında önemli bir konu olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, cezaevlerinde bulaşıcı hastalıkların yaygın olmasından ve bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmasından kaynaklanıyor olabilir.

Çalışma, literatürde yer alan araştırmaların Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG) ile bağlantılı olduğunu da ortaya koymuştur. Özellikle 'Good Health and Well Being' hedefi ile ilişkili çalışmaların yoğunluğu dikkat çekicidir. Bu durum, cezaevlerinde sağlık hizmetlerine erişimin artırılması ve mahkûm sağlığının iyileştirilmesine yönelik küresel çabaların önemini vurgulamaktadır.

5.SONUÇ

Sonuç olarak, bu bibliyometrik analiz, mahkûmlarla ilgili hemşirelik çalışmalarının tarihsel gelişimini, önde gelen araştırmacıları, ülkeleri, kurumları ve dergileri ortaya koyarak, alandaki eğilimleri anlamamıza yardımcı olmuştur. Elde edilen bulgular, gelecekte yapılacak araştırmalar için önemli ipuçları sunmaktadır. Özellikle bulaşıcı hastalıklar, ruh sağlığı ve cezaevi ortamındaki sağlık hizmetleri üzerine yapılan çalışmaların artırılması gerekliliği öne çıkmaktadır. Bu doğrultuda, multidisipliner araştırmaların teşvik edilmesi, cezaevlerinde sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmanın literatür taramasının tek bir veri tabanı aracılığıyla gerçekleştirilmiş olması, sadece İngilizce dilinde yayımlanmış çalışmaların dahil edilmesi ve çalışmaya dahil edilen araştırma türünün sınırlandırılması araştırmamızın sınırlılıklarını oluşturmaktadır.

6.KAYNAKÇA

Ayuso Murillo, D. (2020). El nuevo modelo asistencial de la enfermería penitenciaria. Revista Española de Sanidad Penitenciaria, 22(2), 52-54.

Charles, A., Draper, H., & Macdonald, A. (2021). Prison healthcare and the right to health: Institutional, political and economic barriers to achieving equity. Journal of Medical Ethics, 47(3), 173-179. https://doi.org/10.1136/medethics-2020-106289

Dolovich, S. (2018). Prison conditions, human rights, and the eighth amendment. New York University Law Review, 93(3), 745-809.

Fazel, S., & Baillargeon, J. (2011). The health of prisoners. The Lancet, 377(9769), 956-965. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61053-7

Fazel, Seena, Tony Hope, Ian O'Donnell, Mary Piper, and Robin Jacoby. 2001. Health of elderly male prisoners: Worse than the general population, worse than younger prisoners. Age and Ageing 30: 403–7.

Munday, David, Jane Leaman, Éamonn O'Moore, and Emma Plugge. 2019. The prevalence of non-communicable disease in older people in prison: A systematic review and meta-analysis. Age and Ageing 48: 204–12.
National Center for Biotechnology Information. (2022). Global prison population: The figures. PubMed Central. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10128126/
United Nations Office on Drugs and Crime. (2024). Prison brief 2024. United Nations Office on Drugs and Crime. https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/briefs/Prison_brief_2024.pdf
Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualizing bibliometric networks. In Ding, Y., Rousseau, R., & Wolfram, D. (Eds.), Measuring Scholarly Impact (pp. 285-320). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13
World Population Review. Incarceration Rates By Country (2022) [Internet] Https://Worldpopulationreview.Com/Country-Rankings/İncarceration-Rates-Bycountry Erişim:19.12.24).
Young, J. T., Arnold-Reed, D. E., & Preen, D. B. (2020). The impact of incarceration on mortality: A systematic review and meta-analysis. American Journal of Public Health, 110(5), 607-620. https://doi.org/10.2105/AJPH.2020.305587

HEMŞİRELİKTE TELE SAĞLIK VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Ayşe EMİNOĞLU
Gaziantep Islam, Science and Technology University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Gaziantep-Turkey
ORCID: 0000-0002-6738-5529
Esra DÜZ
Gaziantep Islam, Science and Technology University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Gaziantep-Turkey
ORCID: 0009-0004-6332-1351
Melike DURMUŞ
Gaziantep Islam, Science and Technology University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Gaziantep-Turkey
ORCID: 0009-0002-8226-1580

ÖZET

Son yüzyılda sağlık alanında yaşanan teknolojik gelişmeler, bireylerin ve toplumun sağlık düzeyinde önemli ilerlemelere yol açmıştır. Sağlık hizmetlerinin tarihsel gelişimine bakıldığında, bilimsel keşifler ve teknolojik yeniliklerin sağlık sisteminin evriminde belirleyici bir rol oynadığı görülmektedir. Bu bağlamda dijital dönüşüm, sağlık sektöründe önemli bir paradigma değişimi yaratmış ve tele-sağlık uygulamaları bu dönüşümün temel unsurlarından biri olmuştur. Tele-sağlık; telefon, bilgisayar, interaktif televizyon ve benzeri dijital araçlar aracılığıyla sağlık profesyonelleri ile hastalar, öğrenciler ve diğer sağlık çalışanları arasında bilgi paylaşımını ve sağlık hizmetlerinin sunumunu kolaylaştıran bir sistemdir.

Tele-sağlık uygulamaları; tele-danışma, tele-teşhis, tele-danışmanlık, tele-hemşirelik ve uzaktan hasta izleme gibi birçok hizmeti kapsamaktadır. Özellikle ileri düzey bakım gerektiren hastaların izlenmesinde, hemşireler ve doktorlar için etkin ve güvenli bir takip süreci sağlamaktadır. Hemşireler, hastayla doğrudan temas kuran sağlık profesyonelleri olarak, bireye özgü bakımın planlanması ve uygulanmasında kritik bir role sahiptir. Bu sistemler, hasta durumundaki değişimlerin erken fark edilmesine ve zamanında müdahale edilmesine olanak tanırken; acil servis başvurularını, hastaneye yatış oranlarını ve ev ziyaretlerini azaltmada da etkili olmaktadır.

Sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi, hem bakım kalitesini artırmakta hem de sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırmaktadır. Bu doğrultuda, sağlık kurumlarında görev yapan hemşirelerin dijital sağlık teknolojileri ve tele-sağlık uygulamaları konusunda bilgi ve beceri kazanmaları büyük önem taşımaktadır. Hemşirelere yönelik hizmet içi eğitimler, dijital dönüşüme uyum sürecini destekleyerek sunulan bakımın niteliğini artıracaktır.

Anahtar Kelimeler: hemşirelik, dijitalleşme, tele-sağlık, sağlık hizmetleri

TELE HEALTH AND DIGITAL TRANSFORMATION IN NURSING

ABSTRACT

Technological developments in the field of health in the last century have led to significant improvements in the health level of individuals and society. Looking at the historical development of healthcare services, it is seen that scientific discoveries and technological innovations have played a decisive role in the evolution of the healthcare system. In this context, digital transformation has created an important paradigm shift in the health sector and telehealth practices have been one of the main elements of this transformation. Tele-health is a system that facilitates the sharing of information and the provision of health services between health professionals and patients, students and other health professionals through telephone, computer, interactive television and similar digital tools.

Tele-health applications include many services such as tele-consultation, tele-diagnosis, tele-counselling, tele-nursing and remote patient monitoring. It provides an effective and safe follow-up process for nurses and doctors, especially in monitoring patients requiring advanced care. Nurses, as health professionals in direct contact with the patient, have a critical role in the planning and implementation of individualised care. These systems allow early recognition of changes in the patient's condition and timely intervention; they are also effective in reducing emergency room visits, hospitalisation rates and home visits.

Digitalisation of healthcare services both increases the quality of care and facilitates access to healthcare services. In this direction, it is of great importance for nurses working in health institutions to gain knowledge and skills about digital health technologies and telehealth applications. In-service trainings for nurses will increase the quality of care provided by supporting the process of adaptation to digital transformation.

Keywords: nursing care, tele-health, tele-nursing

GİRİŞ

Sağlık sektöründe dijitalleşme, günümüzde tüm dünyada hızla yayılan bir trend haline gelmiştir. Bu dijital dönüşüm, sağlık hizmetlerinin sunumunda ve yönetiminde kullanılan teknolojilerin giderek artması ve etkin bir şekilde entegre edilmesini ifade etmektedir. Bu sayede hastaların sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaşırken, sağlık kuruluşlarının verimliliği ve hizmet kalitesi artmaktadır (Aytekin vd., 2025). Sağlık alanındaki bu dönüşüm süreci, yapay zeka, nesnelerin interneti, büyük

veri analitiği, akıllı cihazlar ve tele-tıp gibi gelişmiş teknolojileri sağlık sektörüne entegre ederek sağlık hizmetlerinde çeşitli inovasyonlar ve iyileştirmeler sağlamaktadır (Belbase vd., 2024).

Dijital sağlık hizmetleri, sağlık sektöründe çığır açan bir dönüşüm sağlamaktadır. Ancak, dijitalleşme süreci çeşitli zorlukları da beraberinde getirmektedir. Veri güvenliği endişeleri, kişisel sağlık verilerinin korunması konusundaki endişeler, teknolojiye erişimdeki eşitsizlikler ve sağlık çalışanlarının yeterli dijital beceriye sahip olmaması gibi sorunlar sektörde ciddi birer engel teşkil etmektedir. Bu zorlukların üstesinden gelmek ve dijitalleşmenin sunduğu fırsatlardan en iyi şekilde yararlanmak için sağlık sektörü paydaşları arasında iş birliği ve eğitim faaliyetleri büyük önem taşımaktadır (Ertaş vd., 2024).

Yaşam süresinin uzaması ve yeni tedavi yöntemlerinin gelişmesiyle kronik hastalıkların görülme sıklığı, hastaneye yatış oranı, hastanede yatış süresi, bakım maliyeti vb. artmıştır (Babu vd., 2024). Hemşireler en büyük sağlık profesyonelleri grubunu temsil eder ve sağlık hizmetlerindeki rolleri çeşitlidir. İşgücündeki hemşire eksikliği ve artan bakım talebi, dünya çapında sağlık sistemlerini zorlamaya devam etmektedir. Bu durum birey ve ülke ekonomisi üzerinde yük oluşturmuş dolayısıyla sağlık harcamalarının azaltılmasını, teknolojik uygulamaların kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir (Mohammadnejad vd., 2023). Özellikle sağlık merkezlerine uzak bölgelerde yalnız yaşayan yaşlı hastaların, sağlık hizmetlerine ulaşabilmesi önemli bir sorun oluşturmaktadır. Tele-sağlık, sağlık hizmetlerinin sunulması için potansiyel bir alternatif yöntemdir (Lee vd., 2024).

Tele-Sağlık

Teknolojinin ve telekomünikasyon araçlarının sağlık alanındaki yaygın kullanımı, tele-sağlık hizmetlerinin dünya genelinde hızla benimsenmesine yol açmıştır (WHO, 2016). Amerikan Hemşireler Birliği (ANA, 1997), tele-sağlığı zaman ve mesafe engellerini ortadan kaldırarak, telefon, bilgisayar ve interaktif video sistemleri aracılığıyla sağlık hizmetlerinin sunulması olarak tanımlamaktadır (ANA, 1997). Dünya Sağlık Örgütü ise tele-sağlığı, elektronik bilişim ve iletişim teknolojilerinin sağlık hizmetlerine erişimi artırmak, hastalıkları izlemek, teşhis ve tedavi süreçlerini desteklemek amacıyla kullanılması şeklinde açıklamaktadır (WHO, 2024).

Tele-sağlık sistemi ses, görüntü, konuşma, video gibi bilgi aktarım formlarını, telefon hattı, uydu bağlantısı, dijital kablosuz bağlantı gibi iletişim teknolojilerini, bilgisayar, faks cihazı, cep telefonu gibi kullanıcı araçlarını içeren bir sistemdir. Bu yöntemler sayesinde, sağlık profesyonelleri ile hasta arasında, çift yönlü, görsel-işitsel iletişim sağlar (Gogia, 2019). Coğrafi mesafeler aşılır ve hastalar ile sağlık profesyonelleri kolaylıkla bir araya gelebilir. Teknolojinin sağladığı iletişim

olanakları sayesinde hasta ve sağlık profesyoneli arasındaki etkileşim artarken, sağlık hizmetlerine erişim kolaylaşmaktadır (Asimakopoulou, 2020). Bununla birlikte, tele-sağlık yalnızca çevrimiçi hasta-sağlık profesyonelinin görüşmeleriyle sınırlı değildir. Kronik hastalık yönetimi, uzaktan takip sistemleri, dijital sağlık platformları, yapay zeka destekli teşhis sistemleri ve mobil sağlık uygulamaları gibi geniş bir alana yayılmaktadır (Bashshur vd., 2016).

Dünyada tele-sağlık uygulamalarının temelleri 1950'li yıllarda atılmış olup, Türkiye'de ise bu kavram 2000'li yıllarda gündeme gelmiştir. Türkiye'de tele-sağlık alanındaki ilk resmi adımlardan biri, 30 Ocak 2003'te T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından başlatılan Türkiye Sağlık Bilgi Sistemi çalışmaları olmuştur. Bu doğrultuda, Ocak 2004'te Türkiye Sağlık Bilgi Sistemi Eylem Planı hazırlanmış ve e-Sağlık ile tele-sağlık uygulamalarına yönelik hedefler belirlenmiştir. 2006 yılında yayımlanan Bilgi Toplumu Stratejisi Eylem Planı (2006-2010) kapsamında, sağlık hizmetleri başlığı altında tele-sağlık sistemlerinin kurulmasına yönelik çalışmalar da yer almıştır. Bu çerçevede, Sağlık Bakanlığı 2007 yılında tele-radyoloji sistemini pilot olarak 7 hastanede uygulamaya başlamıştır. Aralık 2006'dan itibaren hizmet vermeye başlayan tele-sağlık merkezi ise, seyir halindeki deniz araçlarında meydana gelebilecek sağlık sorunlarına yönelik 7/24 uzaktan tıbbi destek sağlamaktadır. 2007 yılında tele-radyoloji, tele-patoloji ve tele-EKG servisleri kurulmuş ve 2008'de bu uygulamaların kapsamı genişletilerek daha fazla hastanede kullanılmaya başlanmıştır (Sağlık Bakanlığı, 2010).

Tele-sağlıkta bazı uygulamalar; tele-tıp (tele-radyoloji, tele-patoloji, tele-dermatoloji, tele-psikiyatri, tele-kardiyoloji, tele-cerrahi, tele-rehabilitasyon, tele-nütrisyon, tele-triyaj), tele-sağlık bakımı (tele-hemşirelik, temel-koçluk, tele-bakım, tele-rehabilitasyon, telefonla-triyaj) olarak karşımıza çıkmaktadır (Tuckson vd., 2017).

Türkiye'de tele-sağlık ve dijital teknoloji kapsamında verilen diğer hizmetler; e-nabız, e-rapor, tele-tıp, 182, e-BYS, ekip, HSYS, e-Reçete, ATS, UZES, ÜTS, SBA, Engelsiz 112 projesi, ESİM gibi hizmetlerdir (Kaya, 2022).

Tele-Sağlık Uygulamalarının Kullanım Alanları

Tele-sağlık, sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesiyle birlikte birçok farklı alanda etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Tele-sağlığın başlıca kullanım alanları;

1. Uzaktan Danışmanlık ve Muayene: Tele-sağlık teknolojileri sayesinde hastalar, doktorlarıyla çevrimiçi platformlar üzerinden görüntülü veya sesli görüşmeler yaparak tıbbi danışmanlık alabilir.

Araştırmalar, uzaktan sağlık hizmetlerinin hasta memnuniyetini artırdığını ve bazı durumlarda yüz yüze muayene kadar etkili olabileceğini göstermektedir (Kruse vd., 2017).

2. Kronik Hastalık Yönetimi: Diyabet, hipertansiyon ve kalp hastalıkları gibi kronik rahatsızlıkları olan bireyler için tele-sağlık çözümleri büyük kolaylık sağlamaktadır. Mobil sağlık uygulamaları ve giyilebilir cihazlar sayesinde hastaların sağlık verileri anlık olarak izlenebilir ve doktorlarına iletilebilir (Lewinski vd., 2022).

3. Ruh Sağlığı Hizmetleri: Çevrimiçi terapi ve psikolojik danışmanlık hizmetleri, özellikle pandemi sürecinde yaygınlaşmıştır. Yapılan çalışmalar, çevrimiçi terapinin depresyon ve anksiyete tedavisinde yüz yüze terapilere benzer etkinlikte olabileceğini ortaya koymaktadır (Luo vd., 2020).

4. E-Reçete ve İlaç Takibi: Dijital reçete sistemleri, hastaların doktorlarıyla uzaktan iletişim kurarak ilaçlarını reçete ettirmesine ve ilaç kullanım süreçlerini düzenli bir şekilde takip etmesine olanak tanır. Bu sistemler, ilaç kullanım hatalarını azaltarak sağlık hizmetlerinin daha güvenilir olmasına katkıda bulunur (Roumeliotis vd., 2019).

5. Evde Hasta Takibi ve Uzaktan İzleme: Kalp ritmi, kan basıncı ve kan şekeri gibi sağlık göstergelerini takip eden akıllı cihazlar, sağlık profesyonellerine anlık veri sağlayarak uzaktan hasta takibini mümkün kılar. Böylece, hastalar hastaneye gitmek zorunda kalmadan sağlık durumlarını sürekli olarak izleyebilirler. Araştırmalar, bu teknolojilerin hasta güvenliği, erken müdahale ve tedaviye uyum gibi açılardan önemli avantajlar sunduğunu göstermektedir (Tan vd., 2024).

6.Çevrimiçi Video Konferans: Hastalar ve doktorlar, uzaktan iletişim kurarak teşhis, tedavi planlaması ve reçete yazımı gibi süreçlerin etkin bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır. Bu uygulamalar, özellikle hareket kısıtlılığı olan bireyler veya sağlık kuruluşlarına erişimi zor olan bölgelerde yaşayan hastalar için önemli avantajlar sunmaktadır (Gajarawala ve Pelkowski, 2021).

7.Depola ve İlet: Tele-sağlık uygulamaları arasında yer alan “depola ve ilet” (store-and-forward) yöntemi, hastaların sağlık verilerinin (görüntüleme, laboratuvar sonuçları, tıbbi geçmiş vb.) dijital olarak kaydedilip güvenli bir şekilde iletilmesini sağlar. Bu veriler, sağlık profesyonelleri tarafından daha sonra değerlendirilerek teşhis ve tedavi süreçlerinde kullanılabilir. Bu yöntem, özellikle eş zamanlı iletişim gerektirmeyen durumlarda verimliliği artırmakta ve sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırmaktadır (Kruse vd., 2018).

Tele-Sağlık Sisteminde Hemşirenin Rolü

Toplumun yaşam tarzındaki değişimler ve sağlık hizmetlerine olan talebin çeşitlenmesi, tele-hemşirelik uygulamalarının kaçınılmaz bir ihtiyaç haline gelmesine yol açmaktadır. Tele-sağlık sisteminde hemşirenin rolü, hastaların uzaktan takibi ve bakım süreçlerinin yönetimi açısından kritik bir öneme sahiptir. Hemşireler, hastalarla sürekli iletişim halinde bulunarak sağlık durumlarını değerlendirir ve gereken müdahaleleri yönlendirirler (Güler, 2015; Ardahan ve Akdeniz, 2018). Tele-sağlık ile hemşireler birçok alanda etkin bakım sağlayabilmekte ve sağlık hizmeti sunumunu gerçekleştirebilmektedir. Bunlar arasında;

***Bilgi Toplama ve Değerlendirme*:** Tele-sağlık uygulamalarında hemşireler, hastaların kan basıncı, solunum hızı ve oksijen satürasyonu gibi yaşamsal bulgularını uzaktan izleyerek sağlık durumlarını sürekli olarak değerlendirmekte ve olası sorunları erken tespit edebilmektedirler. Bu süreç, hasta güvenliğini artırmakta ve zamanında müdahale ile tedavi etkinliğini yükseltmektedir. Güncel araştırmalar, hemşire liderliğindeki tele-sağlık müdahalelerinin, hasta sonuçlarını iyileştirdiğini, hasta katılımını artırdığını ve kaynak kullanımını optimize ettiğini göstermektedir (Lee vd., 2022).

Sağlık Durumunu Değerlendirme: Tele-sağlık uygulamalarında hemşireler, akut kalp yetmezliği gibi durumları erken tespit edebilmek için hastaların kilo değişimleri, yorgunluk ve solunum güçlüğü gibi semptomlarını uzaktan izleyerek değerlendirirler. Bu süreç, olası komplikasyonların önlenmesi ve hasta bakımının iyileştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Yapılan araştırmalar, hemşire liderliğindeki tele-sağlık müdahalelerinin, kalp yetmezliği olan hastaların yaşam kalitesini artırmada etkili olduğunu göstermektedir (Kahrobaie, 2024).

Klinik Karar Alma ve Müdahale: Tele-sağlık uygulamalarında hemşireler, uzaktan izleme yoluyla elde edilen hasta verilerini eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirerek, hastanın mevcut durumunu analiz eder ve gerekli gördüklerinde tedavi veya bakım planında değişiklik önerilerinde bulunmak üzere ilgili hekimle iletişime geçerler. Bu süreç, hasta bakımının etkinliğini artırmakta ve olası komplikasyonların önlenmesine katkı sağlamaktadır (Lee vd., 2022).

Bilgi Aktarma ve Eğitim: Tele-sağlık uygulamalarında hemşireler, tedavi ve bakım süreçlerindeki değişiklikleri hastalara ileterek, ilaç kullanımı, beslenme düzeni ve diğer öz bakım konularında eğitimler sağlarlar. Bu eğitimler, hastaların sağlıklarını daha iyi yönetmelerine yardımcı olurken, tedaviye uyumlarını da artırmaktadır. Araştırmalar, hemşire liderliğindeki tele-sağlık müdahalelerinin, hasta eğitimi ve danışmanlığı yoluyla ilaç uyumunu ve genel sağlık sonuçlarını iyileştirdiğini göstermektedir (Bulto vd., 2024).

Tele-Sağlığın Geleceği

Yapay zeka destekli teşhis sistemleri, blockchain tabanlı hasta veri güvenliği çözümleri ve sanal gerçeklik ile desteklenen terapi yöntemleri, tele-sağlık alanında önemli teknolojik yenilikler sunmaktadır. Yapay zeka, özellikle tıbbi görüntüleme ve erken teşhis süreçlerinde kullanılmakta; blockchain teknolojisi hasta verilerinin güvenli, bütünlüklü biçimde saklanmasını ve paylaşılmasını sağlamaktadır. Öte yandan, sanal gerçeklik uygulamaları başta rehabilitasyon olmak üzere terapötik alanlarda etkili çözümler sunmaktadır (Secinaro vd., 2021; Yaqoob vd., 2022). Uzmanlar, tele-sağlık teknolojilerinin önümüzdeki yıllarda yaygınlaşacağını ve sağlık hizmetleri içindeki rolünün daha da güçleneceğini öngörmektedir (Bouabida vd., 2022).

Türkiye'de de tele-sağlık uygulamalarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar da hız kazanmıştır. 10 Şubat 2022 tarihinde yayımlanan "Uzaktan Sağlık Hizmetinin Sunulmasına Dair Yönetmelik" ile birlikte, bu hizmetin tüm vatandaşların erişimine sunulması hedeflenmiştir. Yönetmelik kapsamında, Sağlık Bakanlığı'ndan onay alan sağlık kuruluşlarının uzaktan sağlık hizmeti sunabilmesi, e-reçete düzenleyebilmesi ve uzaktan rapor verebilmesi mümkün hâle gelmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2022).

Dijital Dönüşümün Sağlık Alanındaki Önemi

Teknolojik gelişmeler, sağlık hizmetlerine ulaşılabilirliğini, kalitesini ve etkinliğini artırarak toplum sağlığının iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu gelişmeler, ulusal ölçekte üretkenliği ve rekabet gücünü destekleyici bir rol oynayabilir (Şimşir ve Mete, 2021). Dijital sağlık teknolojileri, farklı paydaşlar açısından çeşitli avantajlar sunmaktadır.

Hasta perspektifinden bakıldığında, dijital teknolojilerin sunduğu kesintisiz sağlık hizmeti erişimi, teşhis ve tedavi süreçlerinin hızlanması, kişiye özel sağlık hizmetlerine ulaşım, sağlık okuryazarlığının artırılması, hastalıkların ilerleme riskinin azaltılması ve tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi gibi faydalar öne çıkmaktadır (Ekinci vd., 2021). Sağlık çalışanları açısından değerlendirildiğinde ise, dijital sağlık uygulamaları zaman yönetimini iyileştirmekte, bilgi ve beceri gelişimi için fırsatlar sunmakta, en güncel klinik bilgilere hızlı erişim sağlamaktadır. Ayrıca, bu teknolojilerin iş yükünü hafifletmesi sayesinde sağlık personelinin mesleki tatmini de artmaktadır (Uysal ve Ulusinan, 2020).

Sağlık sistemine yönelik katkılar arasında ise hizmetlerin entegrasyonu, kaynakların verimli kullanılması, tıbbi müdahalelerin kapasitesinin artırılması, toplum sağlığı için risk oluşturan durumlara karşı hızlı tepki verebilme, kamu-özel sektör iş birliklerinin güçlendirilmesi ve sağlık

politikalarının daha etkin uygulanması yer almaktadır (Shende ve Wagh vd., 2024; Simon ve Shachar, 2021).

Genel olarak, dijital sağlık teknolojilerinin kullanımıyla yönetim ve tedavi maliyetlerinde azalma sağlanırken, sağlık hizmetlerinin daha erişilebilir ve etkili hale gelmesi de mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, yapay zeka destekli mobil sağlık uygulamaları, nesnelerin interneti (IoT) ile uzaktan sağlık takibi, robotik cihazlarla hızlı teşhis, maliyet optimizasyonu ve insan kaynaklı hataların azalması gibi yenilikler sağlık sistemine önemli katkılar sunmaktadır (Davidson ve Boland, 2021). Ancak, yeni teknolojilere uyum sürecinde sağlık çalışanlarının hata yapma riski artabilir ve hasta güvenliği ile veri gizliliğinin korunması kritik bir konu haline gelebilir (Akyüz, 2023).

Türkiye'de Sağlık Hizmetlerinde Dijital Dönüşüm

Türkiye'de sağlık alanında dijitalleşme çalışmaları, 1960'lı yılların ortalarında başlamış olsa da, 2000'li yıllara kadar önemli bir ilerleme kaydedilememiştir. Sağlık bilgi sistemlerinin kurulmasına yönelik girişimler 1990'lı yıllarda hız kazanmış, ancak özellikle 2000'li yıllardan itibaren büyük bir hız yakalamıştır (Işık, 2019). 2002 yılında Sağlık Bakanlığı tarafından başlatılan "Sağlıkta Dönüşüm Programı", dijital sağlık uygulamalarının yaygınlaşmasına öncülük etmiştir. Bu programın temel ilkeleri; insan odaklılık, sürdürülebilirlik, kalite odaklı gelişim, katılımcılık, uzlaşmacılık, gönüllülük, güçler ayrılığı, yerinden yönetim ve hizmette rekabet gibi kavramlarla şekillendirilmiştir (Tosun ve Kaptanoğlu, 2023). Bu çerçevede Türkiye'de geliştirilen bazı dijital sağlık uygulamaları şu şekilde sıralanabilir:

***E-Sağlık*:** Sağlık kuruluşları arasında bilgi paylaşımının elektronik ortamda sağlanması ve dijital altyapının kullanımıyla sağlık hizmetlerinin internet üzerinden sunulması anlamına gelmektedir. Dijital hasta kayıtları, tele-tıp uygulamaları ve sağlık bilişim teknolojileri bu kapsamda değerlendirilmektedir (Şimşir ve Mete, 2021).

***Mobil Sağlık Uygulamaları (m-Sağlık)*:** E-sağlığın bir alt bileşeni olan mobil sağlık (m-Sağlık), sağlık hizmetlerinde mobil bilgi işlem sistemleri, tıbbi sensörler ve iletişim teknolojilerini kapsayan bir yapıya sahiptir. Akıllı telefonlar, hasta takip cihazları ve kablosuz iletişim teknolojileri sayesinde tıbbi ve halk sağlığı hizmetlerine daha kolay erişim sağlanmaktadır (Kopmaz ve Arslanoğlu, 2018).

***E-Nabız (Kişisel Sağlık Sistemi)*:** E-Nabız, vatandaşların ve sağlık çalışanlarının sağlık verilerine mobil cihazlar aracılığıyla erişebildiği bir platformdur. Kullanıcılar sağlık geçmişlerine,

reçetelerine, tahlil sonuçlarına, raporlarına, radyoloji görüntülerine ve acil durum bilgilerine tek bir sistem üzerinden ulaşabilmektedir (Yeşiltaş, 2018).

***Merkezi Hekim Randevu Sistemi (MHRS)*:** Bu sistem, Sağlık Bakanlığı'na bağlı sağlık kuruluşlarından internet ya da mobil uygulama aracılığıyla randevu alınmasını sağlayan bir sistemdir. Vatandaşlar, tercih ettikleri hastane ve hekim için uygun tarih ve saat aralığında randevu oluşturabilmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2024).

***Giyilebilir Sağlık Teknolojileri*:** Giyilebilir sağlık teknolojileri, vücuda entegre edilebilen veya giyilebilir elektronik cihazları içermektedir. Bu cihazlar, sağlık verilerini izleme, biyolojik geri bildirim sağlama ve psikolojik durumları analiz etme gibi işlevlere sahiptir (Hickey vd., 2021).

***Tele-tıp*:** Elektronik ortamda mekânsal ve zamansal kısıtlamalar olmaksızın tıbbi görüntüleme, raporlama ve uzaktan konsültasyon gibi hizmetlerin sağlanmasını mümkün kılmaktadır. Radyolojik tetkiklere erişim, uzaktan teşhis ve hasta takibi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Maita vd., 2023).

***3D Yazıcılar*:** Sağlık sektöründe 3D yazıcı teknolojileri, medikal cihaz üretimi, protez ve implant tasarımı, biyoyazıcılar aracılığıyla yapay doku ve organ geliştirilmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Tomografi ve MR gibi görüntüleme sistemlerinden elde edilen veriler, üç boyutlu modellemelerle fiziksel materyale dönüştürülebilmektedir (Dodziuk, 2016).

***Dijital Hastane*:** Dijital hastane modeli, tıbbi ve idari süreçlerin tamamen bilişim teknolojileri ile yönetildiği, hasta verilerinin entegre edildiği, sağlık profesyonellerinin hastane içinden veya dışından bilgilere erişebildiği bir sistem sunmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2014).

Tele-Sağlık ve Dijital Dönüşümün Avantajları

Gelecekte, dijital sağlık ve tele-sağlık uygulamalarının sağlık sektöründe daha fazla yer edinmesi beklenmektedir. Yapay zeka, büyük veri analitiği ve mobil sağlık teknolojilerinin entegrasyonu sayesinde hastalara özel tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi mümkün hale gelecektir. Bu gelişmeler hem hasta sonuçlarının iyileştirilmesine hem de sağlık hizmetlerinin daha verimli yönetilmesine katkı sağlayacaktır (Akalın ve Veranyurt, 2022). Ayrıca tele-sağlık ve dijital dönüşümün birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlar;

***Erişimi Genişletir*:** Kırsal bölgelerde yaşayan veya sağlık hizmetlerine ulaşımı kısıtlı bireyler için uzaktan tıbbi danışmanlık almayı mümkün kılar (Dorsey ve Topol, 2016).

Hastanelerdeki Yoğunluğu Azaltır: Acil müdahale gerektirmeyen durumlar için tele-sağlık çözümleri, sağlık kuruluşlarının yükünü hafifleterek daha verimli bir sistem oluşturulmasına katkıda bulunur (Car vd., 2012).

Hasta Takibini Kolaylaştırır: Kronik hastalıkları olan bireylerin sağlık verileri düzenli olarak izlenebilir ve bu sayede sağlık durumları daha iyi yönetilebilir (Bulto vd., 2024).

Sağlık Giderlerini Azaltır: Gereksiz hastane başvurularını ve acil servis kullanımını azaltarak sağlık harcamalarını düşürür. Sürekli sağlık hizmetine ihtiyaç duyan hastalar için ekonomik bir alternatif sunar (Shigekawa vd., 2018).

***Zaman Verimliliği Sağlar*:** Test sonuçlarını kontrol etme, reçete yenileme, doktor ile iletişime geçme veya randevu oluşturma gibi işlemler, çevrim içi sistemler üzerinden hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirilebilir (Zanaboni ve Fagerlund, 2020).

Konfor ve Erişim Kolaylığı: Hastaların fiziksel olarak sağlık kuruluşlarına gitmeden sağlık hizmetlerinden faydalanmalarına olanak tanıyarak, özellikle engelli bireyler ve hareket kısıtlılığı olan hastalar için önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Bu hizmetler, coğrafi uzaklık, ulaşım zorlukları ve fiziksel engeller gibi erişim engellerini azaltarak, sağlık hizmetlerine erişimi artırmaktadır (Ahmed, 2024). Ayrıca, esnek randevu planlaması ve bekleme sürelerinin azalması gibi avantajlar sunarak, hasta memnuniyetini ve bakım kalitesini yükseltmektedir (Zhai, 2020).

***Bulaşıcı Hastalıkların Yayılmasını Önler*:** Hastanelere yapılan ziyaretler sırasında bulaşıcı hastalıkların yayılma riski artar. Tele-sağlık ve dijital teknolojiler sayesinde hastalar, uzaktan muayene edilerek hem kendileri hem de sağlık çalışanları için enfeksiyon riskini en aza indirebilir (Keesara vd., 2020).

***Hasta Memnuniyetini Artırır*:** Hastalar, sağlık hizmetlerine kolayca erişebildiklerinde ve sağlık verilerinin uzmanlar tarafından düzenli olarak takip edildiğini bildiklerinde kendilerini daha güvende hissederler. Bu güven duygusu, genel hasta memnuniyetini artırmakta ve dijital sağlık uygulamalarına olan kabulü güçlendirmektedir. Yapılan araştırmalar, tele-izlem teknolojilerinin hastalarda güven hissini ve sağlık hizmetlerinden tatmini artırdığını ortaya koymaktadır (Ekstedt vd., 2023; Minartz vd., 2024).

***Doktor-Hasta Etkileşimini Hızlandırır*:** Uzaktan sağlık hizmetleri, hastaların doktorlarına daha hızlı ulaşmasını sağlayarak tedavi süreçlerini hızlandırır (Asimakopoulou, 2020).

***Hasta Uyumluluğunu Artırır*:** Dijital sağlık çözümleri, hatırlatma sistemleri, eğitim materyalleri ve çevrimiçi danışmanlık hizmetleri aracılığıyla hastaların tedavi planlarına uyumunu

artırmaktadır. Örneğin, bir çalışmada, akıllı telefon uygulamalarıyla sağlanan hatırlatmaların, hastaların ilaçlarını düzenli almasına yardımcı olduğu ve tedaviye uyumu iyileştirdiği belirlenmiştir (Al-Arkee vd., 2021). Ayrıca, dijital sağlık teknolojilerinin hasta eğitimini destekleyerek, hastaların sağlıkla ilgili bilgi ve becerilerini geliştirdiği ve bu sayede tedaviye uyumlarını artırdığı gösterilmiştir (Timmers vd., 2018).

***Dijital Sağlık Eğitimi ve Bilgilendirme İmkanları Sunar*:** Online platformlar üzerinden sunulan eğitim içerikleri, webinarlar ve bilgilendirici materyaller sayesinde hem hastalar hem de sağlık çalışanları daha bilinçli hale gelmekte, sağlık hizmetlerinden daha etkin faydalanabilmektedir. Dijital sağlık uygulamaları bu yönüyle sağlık okuryazarlığını artırmakta ve sağlık kararlarının kalitesine katkıda bulunmaktadır (Uysal ve Ulusinan, 2020).

Tele-Sağlık ve Dijital Dönüşümün Dezavantajları

- İnternet erişimi olmayan bölgelerde veya yeterli teknik donanıma sahip olmayan bireyler için hizmetler sınırlı olabilir (Graves vd., 2021).
- Tele-sağlık hizmeti, bilgisayar, televizyon ekranı veya telefon gibi dijital araçlar aracılığıyla sağlandığı için yüz yüze yapılan görüşmelerdeki güveni her zaman sağlayamayabilir. Görsel ve duygusal etkileşimin sınırlı olması, hasta-sağlık profesyoneli ilişkisinin derinliğini olumsuz etkileyebilmektedir (NIHR, 2021). Ayrıca, hem sağlık çalışanlarının hem de hastaların teknolojiye adapte olamaması, gizlilik ve veri güvenliği endişeleri ile teknik sistem arızaları gibi unsurlar, tele-sağlık uygulamalarının etkinliğini sınırlayabilmektedir (Hall ve McGraw, 2014).
- Hasta kayıtlarının adli süreçlerde önemli deliller olabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, dijital ortamda tutulan hasta kayıtlarının kaybolması durumunda sağlık kurumları ciddi sorunlarla karşılaşabilir. Özellikle tercih edilen sistemlerin alt yapılarının yeterince korunmaması, verilerin güvenli bir şekilde saklanmasını zorlaştıran önemli bir sorundur. Ayrıca, kullanılan teknolojinin uygun şekilde tasarlanmaması ve personelin ihtiyaç duyduğu donanımın sağlanmaması da olumsuz sonuçlar doğurabilir (Ak, 2023).
- Özellikle tele-sağlık uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte, daha önce nadiren karşılaşılan etik ve hukuki sorunlar gün yüzüne çıkmıştır (Silven vd., 2022). Bu sorunlar arasında; kişisel gizliliğin korunması, aydınlatılmış onamın geçerliliğinin sağlanması, sağlık harcamalarının nasıl karşılanacağı, bireylerin özerkliklerinin ve güvenliğinin

korunması, yanlış veya hatalı uygulamaların önlenmesi ve hastaların zarar görmesini engelleme gibi konular yer almaktadır (Souza-Junior vd., 2016).

SONUÇ

Teknolojinin hızla gelişmesi ve bilişim alanındaki yenilikler, sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırarak hizmet kalitesini artırmıştır. Sağlık alanındaki teknolojik ilerlemeler, hasta bakımını iyileştiren ve sağlık profesyonellerine daha verimli çalışma imkanı sunan dönüşümler yaratmaktadır. Tele-sağlık uygulamaları, modern tıbbın dijitalleşmesiyle birlikte sağlık sektöründe önemli bir yer edinmiştir. Bu uygulamalar, sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırmanın yanı sıra hasta takibini iyileştirmekte ve sağlık harcamalarını azaltmaya yardımcı olmaktadır. Günümüzde tele-sağlık uygulamalarının yaygınlaşması, gelecekte sağlık hizmetlerinin kalitesini artırarak bölgeler arasındaki sağlık hizmetlerine eşit erişimi mümkün hale getirecektir. Bu avantajları sayesinde, gelecekte sağlık sistemlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmesi beklenmektedir. Ancak, bu sistemlerin verimli çalışabilmesi için veri güvenliği, güçlü teknik altyapı ve kullanıcı eğitimi gibi unsurların göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Ahmed, Z. (2024). Telepsychiatry: A New Frontier in Mental Health Care Delivery and Access. *Frontiers in Healthcare Technology*, *1*(1), 1-12.

Ak, S. (2023). Dijital Hastane Dönüşümünde Türkiye. *Güncel Sağlık Yönetimi*, *1*(1), 24-35.

Akalın, B., & Veranyurt, Ü. (2022). Sağlık 4. O ve Sağlıkta Yapay Zekâ. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*, *4*(1), 57-64.

Akyüz, M. (2023). Sağlık sektöründe dijital dönüşüm: Elektronik sağlık kayıtları ve veri analitiği. *mahmutakyuz.com*. https://mahmutakyuz.com/saglik-sektorunde-dijital-donusum-elektronik-saglik-kayitlari-ve-veri-analitigi/

Al-Arkee, S., Mason, J., Lane, D. A., Fabritz, L., Chua, W., Haque, M. S., & Jalal, Z. (2021). Mobile apps to improve medication adherence in cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. *Journal of medical Internet research*, *23*(5), e24190.

American Nurses Association. (1997). *Telehealth: ANA's principles for nursing practice in the telehealth environment*. American Nurses Publishing.

Ardahan, M. ve Akdeniz, C. (2018). Mobil sağlık ve hemşirelik, Sürekli Tıp Eğitim Dergisi, 27(6), 427-433.

Asimakopoulou, E. (2020). Telenursing in Clinical Practise and Education. International Journal of Caring Sciences, 13(2), 781.

Aytekin, A., Alan, H., Demirel, H., Onur, N., Yalman, A., Livberber, T., & Yiğit-Açıkgöz, F. (2025). Digital Health Technologies in Patient Experience Literature: A Scoping Review and Future Outlook for Sustainable Digital Health Interventions. *Sustainability*, *17*(2), 456.

Babu, K., Rajarajan, S., Roy, A. M., Correa, A., Ramesh, N., Ramanan, S. P., ... & Attanathi, A. A. A. (2024). Unveiling the Impact of Anemia of Chronic Disease: A Comprehensive Analysis of Mortality, Length of Stay, and Hospitalization Costs Using the NIS 2021 Database. *Blood*, *144*, 5023.

Bashshur, R. et al. (2016). Telemedicine: Theory and Practice. Springer.

Belbase, P., Bhusal, R., Ghimire, S. S., Sharma, S., & Banskota, B. (2024). Assuring assistance to healthcare and medicine: Internet of Things, Artificial Intelligence, and Artificial Intelligence of Things. *Frontiers in Artificial Intelligence*, *7*, 1442254.
Bouabida, K., Lebouché, B., & Pomey, M. P. (2022, November). Telehealth and COVID-19 pandemic: an overview of the telehealth use, advantages, challenges, and opportunities during COVID-19 pandemic. In *Healthcare* (Vol. 10, No. 11, p. 2293). MDPI.
Bulto, L. N. (2024). The role of nurse-led telehealth interventions in bridging healthcare gaps and expanding access. *Nursing Open*, *11*(1), e2092.
Car, J., Huckvale, K., & Hermens, H. (2012). Telehealth for long term conditions. *BMJ*, *344*.
Davidson, L., & Boland, M. R. (2021). Towards deep phenotyping pregnancy: a systematic review on artificial intelligence and machine learning methods to improve pregnancy outcomes. *Briefings in bioinformatics*, *22*(5), bbaa369.
Dodziuk, H. (2016). Applications of 3D printing in healthcare. Kardiochirurgia i torakochirurgia polska= Polish journal of cardio-thoracic surgery, 13(3), 283-293.
Dorsey, E. R., & Topol, E. J. (2016). Telemedicine 2020 and the next decade. The Lancet, 395(10227), 859-860
Ekinci, Y., Tutgun-ünal, A., & Tarhan, N. (2021). Dijital sağlık okuryazarlığı üzerine bir alanyazın incelemesi. *Bayterek Uluslararası Akademik Araştırmalar Dergisi*, *4*(2), 148-165.
Ekstedt, M., Nordheim, E. S., Hellström, A., Strandberg, S., & Hagerman, H. (2023). Patient safety and sense of security when telemonitoring chronic conditions at home: the views of patients and healthcare professionals-a qualitative study. *BMC health services research*, *23*(1), 581.
Ertaş, H., Kesici, Y. L. Ö. G., & Çetinkaya, Y. L. Ö. H. (2024). Sağlık Hizmetlerinde Dijitalleşme.
Gajarawala, S. N., & Pelkowski, J. N. (2021). Telehealth benefits and barriers. *The Journal for Nurse Practitioners*, 17(2), 218–221. https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2020.09.013
Gogia, S. (Ed.). (2019). *Fundamentals of telemedicine and telehealth*. Academic Press.
Graves, J. M., Abshire, D. A., Amiri, S., & Mackelprang, J. L. (2021). Disparities in technology and broadband internet access across rurality: implications for health and education. *Family & community health*, *44*(4), 257-265.
Güler, E. (2015). Mobil Sağlık Hizmetlerinde Oyunlaştırma. Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırma Dergisi (AUAd), 2, 82-101
Hall, J. L., & McGraw, D. (2014). For telehealth to succeed, privacy and security risks must be identified and addressed. *Health Affairs*, *33*(2), 216-221.
Hickey, BA, Chalmers, T., Newton, P., Lin, CT, Sibbritt, D., McLachlan, CS, ... & Lal, S. (2021). Akıl sağlığı koşullarını ve stresi tespit etmek ve izlemek için akıllı cihazlar ve giyilebilir teknolojiler: Sistematik bir inceleme. *Sensörler* , *21* (10), 3461.
Işık, T. (2019). Türkiye'de sağlık kurumlarında dijital dönüşüm adımları. *İçinde Sağlık Hizmetleri Uygulamalarında Dijital Dönüşüm*, 11-39.
Kahrobaie, P. (2024). Patient outcomes of Advanced Practice Nursing-led heart failure remote monitoring models: A scoping review.
Kaya, N. T. (2022). Telesağlık ve Telehemşirelik Uygulama Alanları. İksad Yayınevi. Ankara. ISBN: 978-625-6955-30-1.
Keesara, S. et al. (2020). Covid-19 and Health Care's Digital Revolution. NEJM, 382, e82.
Kopmaz, B., & Arslanoğlu, A. (2018). Mobil sağlık ve akıllı sağlık uygulamaları. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 5(4), 252-256.
Kruse, C. S., Karem, P., Shifflett, K., Vegi, L., Ravi, K., & Brooks, M. (2018). Evaluating barriers to adopting telemedicine worldwide: A systematic review. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 24(1), 4–12. https://doi.org/10.1177/1357633X16674087
Kruse, C. S., Krowski, N., Rodriguez, B., Tran, L., Vela, J., & Brooks, M. (2017). Telehealth and patient satisfaction: a systematic review and narrative analysis. *BMJ Open*, 7(8), e016242. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-016242

Lee, A. Y. L., Wong, A. K. C., Hung, T. T. M., Yan, J., & Yang, S. (2022). Nurse-led telehealth intervention for rehabilitation (telerehabilitation) among community-dwelling patients with chronic diseases: systematic review and meta-analysis. *Journal of medical Internet research*, *24*(11), e40364.
Lee, S. R., Maxi, A., Kim, L., Kim, Y., Choe, I., Hong, C., ... & Yoo, J. W. (2024). Enhancing Telehealth Accessibility for Older Adults in Underserved Areas: A 4M Framework Approach. *Gerontology and Geriatric Medicine*, *10*, 23337214241277045.
Lewinski, A. A., Walsh, C., Rushton, S., Soliman, D., Carlson, S. M., Luedke, M. W., ... & Goldstein, K. M. (2022). Telehealth for the longitudinal management of chronic conditions: systematic review. *Journal of medical Internet research*, *24*(8), e37100.
Luo, C., Sanger, N., Singhal, N., Pattrick, K., Shams, I., Shahid, H., ... & Thabane, L. (2020). A comparison of electronically-delivered and face to face cognitive behavioural therapies in depressive disorders: A systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine*, 24, 100442. https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100442
Maita, K. C., Palmieri-Serrano, L., Avila, F. R., et al. (2023). Imaging evaluated remotely through telemedicine as a reliable alternative for accurate diagnosis: a systematic review. *Health and Technology*, 13(3), 347-364. https://doi.org/10.1007/s12553-023-00746-6
Minartz, P., Aumann, C. M., Vondeberg, C., & Kuske, S. (2024). Feeling safe in the context of digitalization in healthcare: a scoping review. *Systematic Reviews*, *13*(1), 62.
Mohammadnejad, F., Freeman, S., Klassen-Ross, T., Hemingway, D., & Banner, D. (2023). Impacts of technology use on the workload of registered nurses: a scoping review. *Journal of rehabilitation and assistive technologies engineering*, *10*, 20556683231180189.
NIHR (National Institute for Health Research). (2021). *Remote consultations in general practice: What are the risks and benefits?* https://arc-w.nihr.ac.uk/Wordpress/wp-content/uploads/2021/08/Remote-consultation-briefing-website-final.pdf
Roumeliotis, N., Sniderman, J., Adams-Webber, T., Addo, N., Anand, V., Rochon, P., ... & Parshuram, C. (2019). Effect of electronic prescribing strategies on medication error and harm in hospital: a systematic review and meta-analysis. *Journal of general internal medicine*, *34*, 2210-2223.
Secinaro, S., Calandra, D., Secinaro, A., Muthurangu, V., & Biancone, P. (2021). The role of artificial intelligence in healthcare: a structured literature review. *BMC medical informatics and decision making*, *21*, 1-23.
Shende, V., & Wagh, V. (2024). Role of Telemedicine and Telehealth in Public Healthcare Sector: A Narrative Review. *Cureus*, *16*(9).
Shigekawa, E., Fix, M., Corbett, G., Roby, D. H., & Coffman, J. (2018). The Current State Of Telehealth Evidence: A Rapid Review. *Health Affairs*, 37(12), 1975–1982. https://doi.org/10.1377/hlthaff.2018.05132
Silven, A. V., van Peet, P. G., Boers, S. N., Tabak, M., de Groot, A., Hendriks, D., ... & Villalobos-Quesada, M. (2022). Clarifying responsibility: professional digital health in the doctor-patient relationship, recommendations for physicians based on a multi-stakeholder dialogue in the Netherlands. *BMC health services research*, *22*(1), 129.
Simon, D. A., & Shachar, C. (2021). Telehealth to address health disparities: potential, pitfalls, and paths ahead. *Journal of Law, Medicine & Ethics*, *49*(3), 415-417.
Souza-Junior, V. D., Mendes, I. A. C., Mazzo, A., & Godoy, S. (2016). Application of telenursing in nursing practice: an integrative literature review. *Applied nursing research*, *29*, 254-260.
Şimşir, İ., & Mete, B. (2021). Sağlık hizmetlerinin geleceği: Dijital sağlık teknolojileri. *Journal of Innovative Healthcare Practices*, *2*(1), 33-39.
T.C. Sağlık Bakanlığı. (2010). *Türkiye'de Sağlıkta Dönüşüm Programı: 2003–2010*. T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
T.C. Sağlık Bakanlığı. (2014). *Dijital Hastane Değerlendirme Çalışmaları 2012-2014*. Erişim adresi: https://dijitalhastane.saglik.gov.tr/TR,5006/saglik-bakanligi-dijital-hastane-degerlendirme-calismalari-2012-2014.html

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2022). *Uzaktan sağlık hizmetinin sunulmasına dair yönetmelik*. Resmî Gazete, Sayı: 31745 (Mükerrer). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/02/20220210M1-1.htm
T.C. Sağlık Bakanlığı. (2024). *Merkezi Hekim Randevu Sistemi (MHRS)*. https://www.mhrs.gov.tr/hakkimizda.html
Tan, S. Y., Sumner, J., Wang, Y., & Wenjun Yip, A. (2024). A systematic review of the impacts of remote patient monitoring (RPM) interventions on safety, adherence, quality-of-life and cost-related outcomes. *NPJ Digital Medicine*, *7*(1), 192.
Timmers, T., Janssen, L., Pronk, Y., van der Zwaard, B. C., Koëter, S., van Oostveen, D., ... & van der Weegen, W. (2018). Assessing the efficacy of an educational smartphone or tablet app with subdivided and interactive content to increase patients' medical knowledge: randomized controlled trial. *JMIR mHealth and uHealth*, *6*(12), e10742.
Tosun, N., & Kaptanoğlu, R. Ö. (2023). Sağlık Hizmetlerinde Dijital Dönüşüm. *Güncel Gelişmeler Işığında Sağlık Yönetimi*, 33.
Tuckson, R. V., Edmunds, M., & Hodgkins, M. L. (2017). Telehealth. New England Journal of Medicine, 377(16), 1585-1592
Uysal, B., & Ulusinan, E. (2020). Güncel Dijital Sağlik Uygulamalarinin İncelenmesi. *Selçuk Sağlık Dergisi*, *1*(1), 46-60.
World Health Organization (2016) Global Diffusion Of eHealth: Making Universal Health Coverage AchieVable, Report oftheThird Global Survey on eHealth http://who.int/goe/publications/global_diffusion/en/
World Health Organization. (2024, July 15). *WHO develops guidance to improve telemedicine services*. https://www.who.int/europe/news/item/15-07-2024-who-develops-guidance-to-improve-telemedicine-services
Yaqoob, I., Salah, K., Jayaraman, R., & Al-Hammadi, Y. (2022). Blockchain for healthcare data management: opportunities, challenges, and future recommendations. *Neural Computing and Applications*, 1-16.
Yeşiltaş, A. (2018). E-nabız uygulamasının kullanımını etkileyen faktörler. Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 5(4), 290-295.
Zanaboni, P., & Fagerlund, A. J. (2020). Patients' use and experiences with e-consultation and other digital health services with their general practitioner in Norway: results from an online survey. *BMJ open*, *10*(6), e034773.
Zhai, Y. (2020). A call for addressing barriers to telemedicine: health disparities during the COVID-19 pandemic. *Psychotherapy and psychosomatics*, *90*(1), 64-66.

GELECEĞİN HEMŞİRELERİNİ YETİŞTİRMEK: YAPAY ZEKÂ VE CHATGPT İLE EĞİTİM

Ayşe EMİNOĞLU
Gaziantep Islam, Science and Technology University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Gaziantep-Turkey
ORCID: 0000-0002-6738-5529
Fatma Nur GÖKBURUN
Gaziantep Islam, Science and Technology University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Gaziantep-Turkey
ORCID: 0009-0000-3882-605X

ÖZET

Sağlık hizmetlerinde yapay zeka kullanımı, hemşirelik mesleğinde karar destek sistemlerinden hasta takibine ve eğitim süreçlerine kadar birçok alanda dönüşüm yaratmaktadır. Günümüz teknolojilerinin artmasıyla birlikte hemşirelik eğitiminin yönü teknolojiye kaymıştır. Bu yüzden geleceğin hemşirelerini oluşturan hemşirelik öğrencilerinin teknoloji hizmetlerinin kullanımını öğrenmesi, hemşirelik bakımına ve sağlık hizmetlerinin sunumuna önemli katkı sağlayacaktır. Bu derlemede, hemşirelik eğitiminde yapay zeka ve ChatGPT kullanımının geleceğin hemşireleri üzerinde ortaya çıkardığı etkiler derinlemesine olarak ele alınmıştır.

Hemşirelik eğitiminde yapay zeka destekli sistemler, öğrencilere bireyselleştirilmiş öğrenme imkânı sunarak bilgiye hızlı erişimi kolaylaştırmaktadır. Aynı zamanda simülasyon tabanlı öğrenme ve klinik karar destek araçları ile öğrencilerin mesleki becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Ayrıca ChatGPT gibi doğal dil işleme teknolojisiyle öğrencilerin açık uçlu sorular sormasını, karmaşık kavramları sadeleştirerek anlamasını ve farklı öğrenme stillerine göre kişiselleştirilmiş içeriklere ulaşmasını mümkün kılmaktadır. Hemşirelik öğrencileri, bu teknoloji sayesinde teorik bilgilerini pekiştirebilmekte, vaka senaryoları üzerinden klinik düşünme becerilerini geliştirebilmekte ve simülasyon ortamlarında karşılaşabilecekleri durumlara daha hazırlıklı hale gelmektedir. Ancak bu yeni teknolojilerin kullanımı bazı etik ve pedagojik soruları da gündeme getirmektedir. Veri güvenliği, akademik dürüstlük, öğrenciye özel öğrenme desteği ile insan-öğretmen etkileşiminin dengesi gibi konuların dikkatle ele alınması gerekmektedir.

Sonuç olarak, yapay zekâ destekli uygulamalar, hemşirelik eğitiminin kalitesini artırma potansiyeline sahip güçlü araçlar olarak görülmektedir. Bu teknolojiler doğru pedagojik yaklaşımlarla harmanlandığında, geleceğin hemşirelerini daha donanımlı, analitik düşünen ve dijital çağın gereklerine uyumlu profesyoneller olarak yetiştirmek mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: yapay zeka, hemşirelik eğitimi, ChatGPT.

TRAINING NURSES OF THE FUTURE: EDUCATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CHATGPT

ABSTRACT

The use of artificial intelligence in health services creates transformation in many areas from decision support systems to patient follow-up and education processes in the nursing profession. With the increase in today's technologies, the direction of nursing education has shifted to technology. Therefore, learning the use of technology services by nursing students, who constitute the nurses of the future, will make a significant contribution to nursing care and the provision of health services. In this review, the effects of the use of artificial intelligence and ChatGPT in nursing education on future nurses are discussed in depth.

Artificial intelligence-supported systems in nursing education facilitate rapid access to information by providing students with individualised learning opportunities. At the same time, it contributes to the development of students' professional skills with simulation-based learning and clinical decision support tools. In addition, natural language processing technology such as ChatGPT enables students to ask open-ended questions, simplify and understand complex concepts, and access personalised content according to different learning styles. Thanks to this technology, nursing students can reinforce their theoretical knowledge, improve their clinical thinking skills through case scenarios, and become more prepared for the situations they may encounter in simulation environments. However, the use of these new technologies also raises some ethical and pedagogical questions. Issues such as data security, academic integrity, student-specific learning support and the balance of human-teacher interaction need to be carefully addressed.

In conclusion, artificial intelligence-supported applications are seen as powerful tools with the potential to improve the quality of nursing education. When these technologies are blended with the right pedagogical approaches, it will be possible to educate future nurses as professionals who are better equipped, analytical thinkers and compatible with the requirements of the digital age.

Keywords: artificial intelligence, nursing education, ChatGPT.

GİRİŞ

Yapay zekâ (YZ) ve doğal dil işleme teknolojileri, özellikle ChatGPT gibi büyük dil modelleri, sağlık hizmetleri ve eğitim alanlarında dönüşüm yaratma potansiyeline sahiptir. Hemşirelik eğitiminde ChatGPT, öğrenci katılımını artırma, bireyselleştirilmiş öğrenme ortamları sunma, anında geri bildirim sağlama ve klinik düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik simülasyon

senaryoları sunma gibi birçok avantaj sağlamaktadır (İlaslan, 2023). Öğrenciler, ChatGPT sayesinde karmaşık tıbbi kavramları daha iyi anlayabilir ve klinik karar verme becerilerini geliştirebilirler (Sabandüzen vd., 2024). Bununla birlikte, ChatGPT'nin hemşirelik eğitimine entegrasyonu bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Özellikle üretilen bilgilerin doğruluğu ve güvenilirliği konusunda endişeler bulunmaktadır (İlaslan, 2023). Ayrıca, ChatGPT'nin insan iletişiminin yerini almakta, empati ve hasta ile etkileşim gibi önemli hemşirelik becerilerinin gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir (Sabandüzen vd., 2024). Veri gizliliği ve güvenliği, etik kullanım ve akademik dürüstlük gibi konular da dikkate alınması gereken diğer önemli hususlardır (İlaslan, 2023).

Hemşirelik eğitiminde ChatGPT'nin etkin ve etik bir şekilde kullanımı için eğitimcilerin ve öğrencilerin bu teknolojinin potansiyelini ve sınırlılıklarını iyi anlamaları gerekmektedir. Eğitim programlarına ChatGPT'nin entegrasyonu sırasında, öğrencilerin eleştirel düşünme ve etik karar verme becerilerini geliştirecek stratejiler uygulanmalıdır (Sabandüzen vd., 2024). Ayrıca, ChatGPT'nin kullanımına yönelik net politikalar ve yönergeler belirlenerek, akademik dürüstlüğün korunması sağlanmalıdır. Bu teknolojilerin hemşirelik eğitiminde eğitim materyali olarak kullanılması, öğrencilere yeni beceriler kazandırılmasını sağlamakta ve hemşirelik uygulamalarında kalitenin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, bu teknolojilerin entegrasyonu, eğitimciler ve öğrenciler için yeni sorumluluklar ve fırsatlar yaratmaktadır (İlaslan, 2023).

YAPAY ZEKA VE CHATGPT NEDİR?

Yapay Zekânın Tanımı ve Sağlık Alanındaki Kullanımı

Yapay zeka, insan benzeri zekâ davranışlarını taklit eden ve insan müdahalesine gerek kalmadan belirli görevleri yerine getirebilen bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Büyük veri setlerini analiz edebilme, öğrenme, problem çözme ve sonuçlar üretme gibi yeteneklere sahip bu teknoloji, bilgisayarlara insanların düşünme biçimini simüle etme yeteneği vermektedir (Haenlein ve Kaplan, 2019).

Sağlık alanında ise yapay zeka, hastalıkların erken teşhisi, tedavi planlaması, hasta izleme ve kişiselleştirilmiş tıp gibi birçok önemli alanda kullanılmaktadır. Örneğin, görüntüleme sistemlerinde (radyoloji, patoloji gibi) hastalıkları daha hızlı ve doğru tespit edebilen yapay zeka sistemleri kullanılmaktadır. Ayrıca, klinik karar destek sistemleri, sağlık verilerinin analiz edilmesinde ve tedavi seçeneklerinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra

robotik cerrahi, ilaç keşfi ve hasta bakım süreçlerinde de etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Koçyiğit ve Darı, 2023).

Yapay Zekâ Türleri

1. ***Dar (Zayıf) Yapay Zekâ:*** Sadece belirli görevleri yerine getirebilecek şekilde programlanmış olan dar YZ, genelleştirme yeteneğine sahip değildir. Bu tür yapay zekâ, sınırlı görevler için etkili sonuçlar üretmekte, ancak insan benzeri bilinç veya genel zekâ özellikleri taşımamaktadır (Fei vd., 2022). Örneğin; sanal asistanlar (Siri, Alexa), öneri sistemleri ve büyük dil modelleri (ör. ChatGPT) dar yapay zeka türleri arasında yer almaktadır.
2. ***Genel (Güçlü) Yapay Zekâ:*** İnsan zekâsına benzer şekilde düşünebilen, öğrenebilen ve farklı görevleri başarıyla yerine getirebilen sistemleri tanımlar. Bu tür YZ henüz teorik düzeyde olup, gerçek dünyada tam anlamıyla geliştirilmiş bir örneği bulunmamaktadır (Singil, 2022).
3. **Süper Yapay Zekâ:** İnsan zekâsını aşan, bilinçli ve kendi kendine öğrenme yeteneği gelişmiş sistemlerdir. Bu kavram, halen bilim kurgu düzeyinde olup, gelecekte etik, sosyal ve teknolojik birçok tartışmayı beraberinde getireceği öngörülmektedir (Singil, 2022).

ChatGPT'nin Temel İşleyişi:

ChatGPT, OpenAI tarafından geliştirilen büyük bir dil modelidir ve temel işleyişi, geniş veri setlerinden öğrenilen dil yapılarını kullanarak insan benzeri metinler üretmektir. Model, kullanıcıyla etkileşimde bulunarak, verilen metinlere uygun yanıtlar üretir (OpenAI, 2023). Bu süreç, aşağıdaki adımları içerir.

1. Veri Eğitimi: ChatGPT, internet üzerindeki çeşitli metin kaynaklarından (kitaplar, makaleler, web siteleri vb.) büyük miktarda veriyi analiz ederek dil öğrenir. Bu sayede, insan benzeri metinler üretme yeteneği kazanır (Aytekin ve Karabina, 2024).

2. Model İnce Ayarı: Kullanıcı geri bildirimlerine dayalı olarak, model zamanla ince ayar yapılarak daha etkili, doğru ve anlamlı yanıtlar üretmesi sağlanır. Bu süreçte, insan eğitmenler modelin çıktılarının kalitesini değerlendirir ve bu değerlendirmeler, modelin performansını artırmak amacıyla kullanılır (Ouyang vd., 2022).

3. Yanıt Üretme: ChatGPT, kullanıcıdan gelen metni analiz ederek, bağlama uygun ve anlamlı yanıtlar üretir. Bu yanıtlar, dil bilgisi kurallarına uygun şekilde oluşturulur ve çoğunlukla önceki

konuşma geçmişini dikkate alır. Modelin temelini oluşturan dönüştürücü mimarisi, bağlamsal anlayışı güçlendirerek doğal, akıcı ve tutarlı yanıtların üretilmesini sağlar (Brown vd., 2020; Ouyang vd., 2022).

Sağlık Eğitimine Katkıları:

ChatGPT'nin sağlık eğitimine birkaç şekilde katkı sağladığı söylenebilir:

1. Bilgi Erişimi ve Kaynak Sağlama: ChatGPT'nin sağlık eğitimine çeşitli şekillerde katkı sağladığı görülmektedir. Bunlardan biri, bilgi erişimi ve kaynak sağlama işleviyle ilgilidir. Hem öğrenciler hem de sağlık profesyonelleri, nadir hastalıklar veya karmaşık klinik durumlar gibi konularda anlık ve açıklayıcı bilgiye ulaşarak öğrenme süreçlerini destekleyebilir. Yapılan araştırmalar, ChatGPT'nin sağlık eğitiminde kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunduğunu ve bu sayede öğrencilerin klinik karar verme becerilerini geliştirdiğini göstermektedir (Wu vd., 2024).

2. Simülasyon ve Vaka Tabanlı Öğrenme: ChatGPT, OpenAI tarafından geliştirilen bir yapay zeka dil modeli, sağlık eğitiminde vaka çalışmaları ve senaryolar aracılığıyla öğrencilere simüle edilmiş hasta vakalarını tartışma fırsatı sunarak klinik deneyimlerini artırmaktadır. Bu tür interaktif tıbbi simülasyonlar, öğrencilerin klinik karar verme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Scherr vd., 2023).

3. Tıbbi Dil ve Terminoloji Öğretimi: Tıbbi dil ve terminoloji öğretiminde ChatGPT, sağlık terimlerinin doğru kullanımı konusunda etkili bir öğretim aracı olarak kullanılabilir. Özellikle hemşirelik, tıp ve diğer sağlık bölümlerindeki öğrenciler için bu tür yapay zekâ destekli araçlar, tıbbi terimlerin öğrenilmesini ve bağlam içinde doğru kullanılmasını desteklemektedir (Xu vd., 2024).

4. Klinik Karar Destek Sistemi: ChatGPT, sağlık profesyonellerinin klinik kararlarını desteklemek amacıyla semptom analizi ve tedavi seçenekleri hakkında bilgi sağlayabilir (Chan vd., 2025).

5. Hastalıklar ve Tedavi Yöntemleri Hakkında Eğitim: ChatGPT, çeşitli hastalıklar, tedavi protokolleri ve tedavi süreçleri hakkında bilgi sağlayarak sağlık eğitiminin teorik kısmını güçlendirebilir (Chan vd., 2025).

6. Etkili İletişim Becerileri: ChatGPT, sağlık profesyonellerine hasta ile etkili iletişim kurma konusunda da rehberlik edebilir. Özellikle hasta eğitimi ve psikolojik destek gibi durumlarda,

simüle edilmiş konuşmalar aracılığıyla öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayabilir (Choi vd., 2023).

Hemşirelik Eğitiminde Dijital Teknolojilerin Evrimi:

Yapay Zekâ ve ChatGPT'nin Hemşirelik Eğitimine Entegrasyonu

Hemşirelik yeni teknolojiler ve sağlık hizmeti sunum modellerindeki değişiklikler nedeniyle dinamik ve hızla gelişen bir alan olarak bilinmektedir (Gunawan, 2023). Hemşirelik eğitimcileri kaliteli bakım sağlama taahhüdünü sürdürürken en son gelişmeleri takip etmekte ve bunlara uyum sağlamaktadır (Alkhaqani, 2023). Hemşirelik eğitimcilerinin, ChatGPT'nin hemşirelik eğitimine entegrasyonu hakkında bilinçli ve etkili kararlar verebilmeleri için ChatGPT'nin potansiyel kullanımlarını, faydalarını, zorluklarını, dezavantajlarını ve sınırlamalarını anlamaları gerekmektedir (Sun ve Hoelscher, 2023). ChatGPT hemşirelik öğrencilerine kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sağlama, öğrencilerin yeni bir dil öğrenmelerine yardımcı olma ve zorlandıkları alanları belirleme gibi katkılar sağlayabileceği bildirilmektedir (O'Connor, 2023).

Yapay Zekânın ve ChatGPT' nin Hemşirelik Eğitimindeki Potansiyel Faydaları

Yapay zeka ve ChatGPT'nin hemşirelik eğitiminde potansiyel faydaları, eğitim sürecini daha etkili, erişilebilir ve öğrenci odaklı hale getirebilir. İşte bu faydalardan bazıları:

1. Erişilebilir ve Kapsamlı Bilgi Kaynağı

Yapay zekânın, eğitimde sunduğu avantajlar arasında öğrencilere daha geniş bir bilgi yelpazesi sunma, gerçek zamanlı geri bildirim sağlama ve daha fazla pratik yapma imkanı verme gibi etmenler bulunmaktadır. ChatGPT gibi dil modelleri, teorik bilgileri hızlı bir şekilde sağlamak, soruları yanıtlamak ve öğrencilere anlamadıkları konularda rehberlik etmek için kullanılabilir. Bu, özellikle öğrencilere ders dışında ihtiyaç duydukları bilgiyi sağlamak için faydalıdır (İlaslan, 2023).

2. Simülasyon ve Pratik Deneyim

Yapay zekâ tabanlı klinik simülasyonlar, hemşirelik öğrencilerinin sanal hastalarla etkileşimde bulunarak hasta bakımı, tıbbi kararlar ve acil durum yönetimi konularında pratik yapmalarına olanak tanır. Bu simülasyonlar, öğrencilere gerçek hasta bakım senaryoları hakkında deneyim kazandırarak klinik becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur. Ayrıca YZ'nın hemşirelik simülasyon eğitimine entegrasyonu, sanal hasta modelleri ve akıllı geri bildirim sistemleri aracılığıyla öğrenme deneyimlerini zenginleştirmektedir (Chan vd., 2025).

3. Özelleştirilmiş Öğrenme Deneyimleri

Yapay zekâ ve ChatGPT gibi dil modelleri, hemşirelik eğitiminde öğrencilere bireysel ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunarak, öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirebilir. Bu araçlar, öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerine göre farklı öğretim yöntemleri ve materyalleri önererek, her öğrencinin öğrenme tarzına uyum sağlar (İlaslan, 2023).

4. Zaman ve Mekandan Bağımsız Eğitim

Yapay zekâ ve ChatGPT, öğrencilerin herhangi bir zamanda ve herhangi bir yerde öğrenmelerine olanak tanır. Öğrenciler, ders dışı saatlerde bile sorularına cevap alabilir, çalıştıkları konularda geri bildirim alabilir ve destek alabilir. Bu, özellikle yoğun programlara sahip öğrenciler için faydalıdır (Srinivasan vd., 2024).

5. Hızlı Geri Bildirim

Yapay zekâ, öğrencilere anında geri bildirim verme yeteneğine sahiptir. Hemşirelik öğrencileri, pratik testler veya yazılı sınavlar sonrasında hemen geri bildirim alabilir, eksikliklerini görebilir ve hızla düzeltmeler yapabilir. Bu, öğrencilerin daha hızlı öğrenmelerini ve gelişmelerini sağlar (Bulut ve Hüseyinoğlu, 2024).

6. Dil ve İletişim Becerilerinin Geliştirilmesi

ChatGPT, öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirmek için kullanılabilir. Öğrenciler, sanal hastalarla etkileşimde bulunarak, empatik dil, açıklayıcı iletişim ve hasta eğitimi gibi beceriler üzerinde çalışabilirler. Yapay zeka, aynı zamanda kültürel duyarlılığı ve etik konuları vurgulayan eğitimler de sunabilir (Dhane vd., 2024).

7. Özelleştirilmiş Klinik Karar Destek Sistemleri

Yapay zekâ, öğrencilerin klinik kararlarını geliştirirken, doğru ve güvenilir bilgi sağlamada yardımcı olabilir. Yapay zeka ve ChatGPT, hastaların durumuna göre önerilerde bulunabilir ve öğrencilerin klinik kararlar alırken destek almalarına olanak tanıyabilir (Aslan ve Subaşı, 2022).

8. Veri Analizi ve Araştırma Desteği

Yapay zekâ, hemşirelik öğrencilerine araştırma yaparken veri analizi, literatür taraması ve makale yazma konusunda yardımcı olabilir. ChatGPT, öğrencilerin araştırma sürecinde soruları yanıtlayabilir, literatürdeki önemli bulguları özetleyebilir ve yazılı içerik üzerinde geri bildirim sağlayabilir (Kayaalp, 2022).

9. Yararlı Eğitim Materyalleri ve Kaynaklar

Yapay zekâ ve ChatGPT, ders materyallerini ve kaynaklarını hızla güncelleyebilir. Hemşirelikteki yeni tedavi yöntemleri, ilaçlar ve bakım teknikleri hakkında öğrencilere en güncel bilgileri

sağlayabilir. Ayrıca, ChatGPT gibi sistemler, öğrencilere konu başlıkları, infografikler, test soruları ve diğer öğrenme materyalleri sunabilir (Aslan ve Subaşı, 2022).

10. Öğrenciye Destek ve Mentorluk

Yapay zekâ, öğrencilere mentorluk yapabilir ve rehberlik sağlayabilir. ChatGPT, öğrencilere çeşitli konularda sorular sorabilir, motivasyonlarını artırabilir ve akademik yönlendirme sağlayabilir. Ayrıca, öğrenciler duygusal veya psikolojik destek gereksinimlerini karşılamak için yapay zeka destekli sistemlerden faydalanabilirler (Gökalp ve Üzer, 2024).

Bu potansiyel faydalar, hemşirelik eğitimini daha verimli ve etkili hale getirebilir. Ancak, yapay zeka ve ChatCPT'nin eğitimde başarılı bir şekilde kullanılabilmesi için doğru bir şekilde entegre edilmesi ve denetim altında olması gerekmektedir (Gunawan vd., 2024).

Yapay Zeka ve ChatGPT'nin Eğitimdeki Sınırlamaları ve Zorluklar

Yapay zekâ ve ChatGPT'nin hemşirelik eğitiminde kullanılması bazı zorlukları beraberinde getirmektedir. Öncelikle, bu teknolojilerin önyargılarla dolu olabileceği ve öğrencilerin, doğru kararlar almak için insan zekâsına ve profesyonel rehberliğe ihtiyaç duyacağı unutulmamalıdır. Ayrıca, yapay zekâ sistemlerinin güvenilirliği ve şeffaflığı konusunda da bazı kaygılar bulunmaktadır (Karaçay vd., 2024). Yapay zeka ve ChatGPT gibi dil modellerinin hemşirelik eğitimindeki kullanımı, bazı faydalar sağlasa da, birkaç sınırlama ve zorlukla karşı karşıyadır. İşte bu sınırlamalardan bazıları:

1. Veri Güvenliği ve Gizliliği

Hemşirelik eğitimi sırasında, hasta bilgileri, klinik vaka örnekleri ve öğrenci performansına dair hassas verilere erişim sağlanabilir. Yapay zekâ araçlarının bu verileri işleme biçimi, gizlilik ihlalleri veya veri güvenliği riskleri yaratabilir (Momani, 2025).

2. Gerçek Dünya Deneyiminin Eksikliği

Yapay zekâ, klinik deneyimlerin yerini tutmaz. Hemşirelik eğitimi, genellikle öğrencilerin hasta bakımında doğrudan deneyim kazanmalarını gerektirir. Yapay zeka, bilgi ve teoriyle yardımcı olabilir, ancak öğrencilere hasta ile doğrudan etkileşim ve pratik deneyim sunamaz (Karaçay vd., 2024).

3. Yanıtların Güvenilirliği

ChatGPT ve diğer YZ modelleri, zaman zaman yanıltıcı veya hatalı bilgiler üretebilir. Hemşirelik gibi kritik bir alanda, yanlış veya eksik bilgi sunulması ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu

nedenle, öğrencilerin YZ sistemlerini birincil bilgi kaynağı olarak kullanmamaları; elde ettikleri bilgileri güvenilir, bilimsel kaynaklarla doğrulamaları önemlidir (Han vd., 2025).

4. Yapay Zeka ile Etkileşimdeki Sınırlamalar

ChatGPT, bazen öğrencilere karmaşık durumlarla ilgili net ve uygulanabilir geri bildirim veremeyebilir. Özellikle klinik karar verme süreçlerinde, bir insan eğitmeni ve mentorunun deneyimi, bilgisi daha değerli olabilir (Dhane ve ark. 2024).

5. Eğitim İçeriklerinin Standardizasyonu

Yapay zeka, birçok konuda yardımcı olabilir, ancak öğretim içeriklerinin doğru ve güncel olmasını sağlamak zor olabilir. Hemşirelik eğitiminde, YZ'nin içerikleri doğru ve güncel tutması önemlidir, aksi takdirde yanlış bilgiler öğrencilerde yanlış anlayışlara yol açabilir (Aslan ve Subaşı, 2022).

6. Teknolojik Altyapı ve Erişim

Yapay zekâ ve ChatGPT gibi araçların eğitimde etkin kullanımı, kurumların gerekli teknolojik altyapıyı sağlamasına bağlıdır. Tüm eğitim kurumları bu tür teknolojilere erişim konusunda eşit imkânlara sahip olmayabilir; bu da öğrenciler ve eğitmenler arasında dijital uçurumun derinleşmesine neden olabilir (Ahmed, 2024).

7. Eşitsizlikler ve Adalet Sorunları

Hemşirelik eğitiminde YZ ve ChatGPT gibi dil modellerinin kullanımı, kaynaklara erişimdeki dengesizlikler nedeniyle bazı öğrenciler için dezavantaj oluşturabilir. Her öğrencinin YZ destekli araçlara erişimi aynı değildir. Maddi imkanları kısıtlı olan öğrenciler, pahalı YZ tabanlı eğitim platformlarından veya gelişmiş öğrenme sistemlerinden mahrum kalabilir (Karaçay vd., 2024).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu derleme, YZ ve özellikle ChatGPT gibi büyük dil modellerinin hemşirelik eğitiminde sunduğu fırsatlar ve sınırlılıkları çok yönlü bir biçimde ele almıştır. Yapay zekâ araçları, öğrencilere zaman ve mekândan bağımsız öğrenme olanağı sunmakta, bilgiye hızlı erişim sağlamaktadır. Ayrıca, bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimleri yoluyla öğrencilerin öğrenme süreçlerini desteklemektedir. Bununla birlikte, empati, insan iletişimi ve klinik beceriler gibi hemşirelik mesleğinin temel bileşenleri açısından, YZ sistemlerinin yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu bağlamda, YZ teknolojilerinin hemşirelik eğitimine entegrasyonunda dengeli bir yaklaşım benimsenmeli; dijital araçlar, geleneksel öğretim yöntemlerini tamamlayıcı bir şekilde kullanılmalıdır. Ayrıca etik sorumluluklar, veri güvenliği ve akademik dürüstlük konularında farkındalık artırılmalı, öğrencilerin dijital okuryazarlığı desteklenmelidir. Bu kapsamda;

- Eğitimde kullanılan simülasyonların ChatGPT ile entegrasyonu, öğrencilere gerçekçi hasta bakım senaryoları sunarak onların klinik becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir.
- Yapay zekâ, her öğrencinin öğrenme hızına ve tarzına göre içerik sunarak eğitim sürecini kişiselleştirebilir. Öğrencilerin zayıf olduğu alanlarda ekstra kaynaklar ve rehberlik sunulabilir.
- Hemşirelik eğitimcileri, yapay zekânın ve ChatGPT'nin önyargılara karşı dikkatli olmalı, sistemlerin veri setlerinde yer alan önyargıları minimize etmek için önlemler almalıdır.
- Öğrencilere, YZ tarafından sağlanan bilgilerin doğruluğunu sorgulayabilecekleri eleştirel düşünme becerileri kazandırılmalıdır. Ayrıca, dijital platformları etkin ve etik kullanabilmeleri için dijital okuryazarlık eğitimi verilmelidir.
- Hemşirelik eğitimcilerinin, YZ ve ChatGPT'nin sınırlamalarını öğrencilere anlatmaları, bu teknolojilerin sadece birer yardımcı araç olduğunu vurgulamaları önemlidir.
- Eğitimde YZ araçlarının herkese eşit bir şekilde sunulması sağlanmalıdır. Ayrıca, düşük gelirli ve kırsal bölgelerdeki öğrencilerin bu araçlara erişimlerini artıracak politika ve stratejiler geliştirilmelidir.
- Tüm öğrencilerin eşit şekilde erişebileceği açık kaynaklı YZ eğitim araçları geliştirilmelidir.
- Yapay Zeka'nın etik kullanımı konusunda öğrenciler bilinçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

1) Ahmed, F. (2024). The Digital Divide and AI in Education: Addressing Equity and Accessibility. *Journal of AI in Education: Innovations, Opportunities, Challenges, and Future Directions*, *1*(2), 12-23.
2) Alkhaqani, A. L. (2023). Potential Benefits and Challenges of ChatGPT in Future Nursing Education. *Maaen Journal for Medical Sciences*, 2(2).
3) Aslan, F., & Subaşı, A. (2022). Hemşirelik Eğitimi ve Hemşirelik Süreci Perspektifinden Yapay Zeka Teknolojilerine Farklı Bir Bakış. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 4(3), 153-158.
4) Aytekin, Ç., & Karabina, T. B. (2024). ChatGPT'nin Farklı Büyük Dil Modelleri Performanslarının Türkçedeki Eş Adlı Kelimeler Üzerinden İncelenmesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *16*(3), 365-390.
5) Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. *Advances in neural information processing systems*, *33*, 1877-1901.
6) Bulut, B., & Hüseyinoğlu, S. (2024). Ebelik Eğitiminde Yapay Zekâ ve Öğrenci Başarısına Etkisi. *Ebelik ve Kadın Sağlığı Üzerine Güncel Araştırmalar*, 19.
7) Chan, K. Y., Yuen, T. H., & Co, M. (2025). Using ChatGPT for medical education: the technical perspective. *BMC Medical Education*, *25*, 201.

8) Chan, M. M. K., Wan, A. W. H., Cheung, D. S. K., Choi, K. C., Wang, Q., & Yorke, J. (2025). Integration of artificial intelligence in nursing simulation education: A scoping review. *Nurse Educator*, 50(2), 1-6. https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000001851
9) Choi, E. P. H., Lee, J. J., Ho, M. H., Kwok, J. Y. Y., & Lok, K. Y. W. (2023). Chatting or cheating? The impacts of ChatGPT and other artificial intelligence language models on nurse education. *Nurse education today*.
10) Dhane, A. S., Sarode, S., & Farooqui, S. (2024). ChatGPT's role in shaping the future of nursing education. *Nursing*, 54(7), 7.
11) Dhane, A. S., Sarode, S., & Farooqui, S. (2024). ChatGPT's role in shaping the future of nursing education. *Nursing*, 54(7), 7.
12) Fei, N., Lu, Z., Gao, Y., Yang, G., Huo, Y., Wen, J., ... & Wen, J. R. (2022). Towards artificial general intelligence via a multimodal foundation model. *Nature Communications*, *13*(1), 3094.
13) Gökçen Gökalp, M., & Üzer, M. A. (2024). Yapay Zeka Çağında Hemşirelik Bakımı. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 6(1), 89-94.
14) Gunawan, J. (2023). Exploring the future of nursing: Insights from the ChatGPT model. *Belitung Nursing Journal*, 9(1), 1-5.
15) Gunawan, J., Aungsuroch, Y., & Montayre, J. (2024). ChatGPT integration within nursing education and its implications for nursing students: A systematic review and text network analysis. *Nurse Education Today*, 106323.
16) Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5–14. https://doi.org/10.1177/0008125619864925
17) Han, S., Kang, H. S., Gimber, P., & Lim, S. (2025). Nursing Students' Perceptions and Use of Generative Artificial Intelligence in Nursing Education. *Nursing Reports*, *15*(2), 68.
18) İlaslan, E. (2023). Yapay zeka sohbet robotları ve ChatGPT'nin hemşirelik eğitiminde kullanılması. *Akdeniz Hemşirelik Dergisi*, 2(2), 73-80.
19) Karaçay, P., Yaşar, Ö., Küçükkaya, A., & Göktas, P. (2024). Hemşirelik Eğitiminde Dönüşüm: ChatGPT'nin Potansiyeli, Yararları, Sınırlılıkları ve Zorlukları. *Fenerbahçe University Journal of Health Sciences*, 4(3), 558-566
20) Kayaalp, M. (2022). Sağlık bilimlerinde yapay zekâ tabanlı klinik karar destek sistemleri. *Journal of Artificial Intelligence and Health Sciences*, 2(3), 112-120.
21) Koçyiğit, A., & Darı, A. B. (2023). Yapay zekâ iletişiminde chatgpt: insanlaşan dijitalleşmenin geleceği. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *7*(2), 427-438.
22) Momani, A. (2025). Artificial Intelligent Implications on Health Data Privacy and Confidentiality. *arXiv preprint arXiv:2501.01639*.
23) O'Connor, S. (2023). Open artificial intelligence platforms in nursing education: Tools for academic progress or abuse? *Nurse Education in Practice*, 66, 103537.
24) OpenAI. (2023). *ChatGPT: Optimizing language models for dialogue*. https://openai.com/chatgpt
25) Ouyang, L., Wu, J., Jiang, X., Almeida, D., Wainwright, C. L., Mishkin, P., ... & Lowe, R. (2022). Training language models to follow instructions with human feedback. *arXiv preprint arXiv:2203.02155*. https://arxiv.org/abs/2203.02155
26) Sabandüzen, H., Kavaklı, Ö., & Yalın, H. (2024). A New Trend in Nursing Education; Example of Artificial Intelligence, ChatGPT. *Bau Health and Innovatıon*, *2*(1), 42-46.
27) Scherr, R., Halaseh, F. F., Spina, A., Andalib, S., & Rivera, R. (2023). ChatGPT Interactive Medical Simulations for Early Clinical Education: Case Study. *JMIR Medical Education*, 9(1), e49877. https://mededu.jmir.org/2023/1/e49877/
28) Singil, N. (2022). Yapay Zekâ ve İnsan Hakları. *Public and Private International Law Bulletin*, 42(1), 121-158.
29) Srinivasan, M., Venugopal, A., Venkatesan, L., & Kumar, R. (2024). Navigating the pedagogical landscape: exploring the implications of AI and chatbots in nursing education. *JMIR nursing*, *7*, e52105.

30) Sun, G. H., & Hoelscher, S. H. (2023). The ChatGPT storm and what faculty can do. *Nurse Educator*, *48*(3), 119-124.
31) Wu, Y., Zheng, Y., Feng, B., Yang, Y., Kang, K., & Zhao, A. (2024). Embracing ChatGPT for medical education: exploring its impact on doctors and medical students. *JMIR Medical Education*, *10*, e52483.
32) Xu, X., Chen, Y., & Miao, J. (2024). Opportunities, challenges, and future directions of large language models, including ChatGPT in medical education: a systematic scoping review. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, *21*.

EGZERSİZ MOTİVASYON VE ENGELLERİNE YÖNELİK BİR İNCELEME

Hilal SEKİ ÖZ
Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Health Science, Department of Nursing, 40100, Merkez, Kırşehir
ORCID: 0000-0003-2228-9805
Didem AYHAN
Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Health Science, Department of Nursing, 10200, Bandırma, Balıkesir
ORCID: 0000-0001-6687-6564

ÖZET

Günümüzde hareketsiz yaşam tarzı önemli bir sağlık problemi olup, her geçen gün artarak, toplum sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Hareketsiz yaşam tarzından kurtulmak, sağlıklı bir yaşam sürdürmek ve serbest zamanı etkili değerlendirmek için gerekli alışkanlıklardan biri de egzersiz yapmadır. Düzenli olarak yapılan egzersizin fiziksel ve ruhsal faydaları bulunmakta, yaşam kalitesi üzerine önemli katkılar sunmaktadır. Egzersizin aerobik performansı, kardiovasküler dayanıklılığı, kas gücünü ve esnekliğini, vücut kompozisyonunu geliştirmesinin yanında kaygıyı azaltma, kendine güveni ve öz saygıyı artırmada etkileri bulunmaktadır. Yetişkinlerde egzersiz yapmanın sağlık üzerine faydalarına yönelik güçlü kanıtlar bulunsa da egzersiz yapma oranları ve motivasyonlarının yeterli düzeyde olmadığı dikkat çekmektedir. Yetişkin bireylerin egzersiz yapmaya yönelik motivasyonları araştırıldığında bunların sıklıkla kişinin kendi amaçları, değerleri ve kişisel öncelikleri ile ilgili olduğu, bazı bireylerin ise daha dış motivasyona ihtiyaç duyduğu, bunların sosyal etkileşimi artırma, başkalarıyla bağlantı kurma veya bir gruba ait olma gibi egzersizin dolaylı getirilerine odaklandıkları bildirilmiştir. Düzenli egzersiz yapmaya yönelik motivasyon unsurları gibi bazı engellerin de olduğu ortaya konmuştur. Bu engellerin başında "zaman yetersizliği" gelmektedir. Düzenli egzersizin çok zaman aldığı, sıkıcı olabildiği, ekonomik yük getirdiği, ağrı ve sakatlanmalara yol açtığı ifade edilirken, beklenen sonucun alınmaması, yeterli sosyal desteğin sağlanmaması, yeterli bilgiye sahip olmama gibi diğer nedenler de tanımlanmıştır. Bu derleme çalışması ile egzersiz motivasyon ve engellerinin tanımlanması ve bu alanda yapılan çalışmaların sunulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, motivasyon, engel

A REVIEW OF EXERCISE MOTIVATION AND OBSTACLES

ABSTRACT

Nowadays, inactive lifestyle is an important health problem and increases day by day and affects community health negatively. One of the necessary habits to get rid of the inactive lifestyle,

maintain a healthy life and evaluate free time effectively is to exercise. Regular exercise has physical and mental benefits and makes significant contributions to the quality of life. Aerobic performance of exercise, cardiovascular durability, muscle strength and flexibility, body composition, as well as reducing anxiety, self -confidence and self -esteem effects have effects. Although there is strong evidence of exercise in adults on health, exercise rates and motivations are not sufficient. When the motivations of adult individuals to exercise are investigated, they are often related to their own purposes, values and personal priorities, while some individuals need more external motivation, and they are focused on the indirect returns of exercise, such as increasing social interaction, connecting with others or belonging to a group. It has been revealed that there are some obstacles such as motivation elements for regular exercise. “Time insufficiency” is one of these obstacles. It is stated that regular exercise has a lot of time, it can be boring, it brings economic burden, it leads to pain and injury, while other reasons such as not obtaining the expected result, not to provide adequate social support, and not having sufficient knowledge have been defined. With this review study, it is aimed to define the exercise motivation and obstacles and to present the studies carried out in this field.

Keywords: Exercise, Motivation, Obstacle

1.GİRİŞ

Günümüzde hareketsiz yaşam tarzı önemli bir sağlık problemi olup, her geçen gün artarak, toplum sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Hareketsiz yaşam tarzından kurtulmak, sağlıklı bir yaşam sürdürmek ve serbest zamanı etkili değerlendirmek için gerekli alışkanlıklardan biri de egzersiz yapmadır (Besdine, 2017). Egzersiz, düzenli ve tekrarlı vücut hareketlerini içeren, enerji dengesi ve ağırlığın kontrolü için enerji harcanmasıdır. Düzenli olarak yapılan egzersizin fiziksel ve ruhsal faydaları bulunmakta, yaşam kalitesi üzerine önemli katkılar sunmaktadır. Egzersizin aerobik performansı, kardiovasküler dayanıklılığı, kas gücünü ve esnekliğini, vücut kompozisyonunu geliştirmesinin yanında kaygıyı azaltma, kendine güveni ve öz saygıyı artırmada etkileri bulunmaktadır (Yeltepe ve Yargıç, 2011). Egzersiz ile iştahın ve kilonun düzenlenmesi, glukoz homeostazisi ve nöroprotektif (beyin ve sinir sağlığının güçlenmesi) özellikler gibi birçok metabolik olumlu etkiler ortaya çıkmakta (Moore, vd., 2023), uyku kalitesini geliştirme, kemik mineral yoğunluğunu arttırma, bazı kanser tiplerini ve kronik ağrıyı azaltma gibi birçok faydası tanımlanmaktadır (Yeltepe ve Yargıç, 2011).

Yetişkinlerde egzersiz yapmanın sağlık üzerine faydalarına yönelik güçlü kanıtlar bulunsa da egzersiz yapma oranları ve motivasyonlarının yeterli düzeyde olmadığı dikkat çekmektedir. 15 yaş üstü bireylerin %49,4'ü düşük fiziksel aktiviteye sahip olduğu, hafif fiziksel aktivite düzeyinin %26, yüksek fiziksel aktiviteninse %24,6 düzeyinde olduğu bildirilmektedir (Ulusal Sağlık İstatistikleri Merkezi, 2023). Bu sonuçlarda göstermektedir ki, ülkemizde fiziksel aktivite düzeyi düşük olup, bu durum pek çok riski beraberinde getirmektedir. Bu derleme çalışması ile sağlık için oldukça faydalı olan egzersizi yapma motivasyonları ve egzersiz yapmanın önündeki engeller incelenerek, bu alanda yapılacak çalışmalara yön verecek bilgilerin sunulması amaçlanmıştır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Düzenli Egzersizin Faydaları

Sağlık, bireyin bedensel, ruhsal ve sosyal anlamda tam bir iyilik hâlinde olmasıdır. Fiziksel aktivitenin sağlığımız üzerine etkileri, bedensel, Ruhsal ve sosyal sağlımız üzerine etkileri olarak sıralanmaktadır (Besdine, 2017). Fiziksel aktivitenin bedensel sağlığımız üzerindeki etkileri iki ana başlık al tında incelenebilir. *Kas İskelet Sistemi Üzerindeki Etkileri*: kas kuvveti ve miktarının korunması ve arttırılması, zıt yönde çalışan kaslar arasındaki dengenin sağlanması, kas-eklem kontrolünü arttırarak dengenin sağlanması, eklem hareketliliğinin korunması ve arttırılması, kas ve eklemlerin esnekliğinin korunması ve arttırılması, dayanıklılığın arttırılması, reflekslerin ve reaksiyon zamanının gelişmesi, vücut düzgünlüğü ve postürün korunması, vücut farkındalığının gelişmesi, denge ve düzeltme reaksiyonlarının gelişmesi, yorgunluğun azaltılması, kas kasılması ve aktivitenin etkisiyle kemik mineral yoğunluğunun arttırılması ve korunması, osteoporozun önlenmesi, olası yaralanma ve kazalara karşı bedensel korunma geliştirilmesi olarak sıralanabilir (Koldaş, 2017).

***Diğer Vücut Sistemleri Üzerine Etkileri*:** kalbin dakikadaki atım sayısında azalma, kalbin boşluklarında genişleme sonucu bir atımda pompalanan kan miktarında artış, kalp ritminin düzenlenmesi, damar direncini azaltarak kan basıncının düzenlenmesi, yüksek kan kolesterol ve trigliserit düzeylerini etkileyerek damar hastalıkları riskini azaltması, akciğerlerin havalanması ve solunum kapasitesinde artış, düzenli fiziksel aktivite ile insülin aktivitesinin kontrolü ve kan şekerinin düzenlenmesi, vücudun su, tuz, mineral kullanımının dengelenmesi, enerji gereksinimini yağları yakarak karşılama özelliğinin geliştirilmesi, metabolizmanın hızlandırılması ve kilo alımının önlenmesi olarak sıralanabilir (Kaymak ve ark., 2019).

***Fiziksel Aktivitenin Ruh Sağlığı ve Sosyal Gelişim Üzerine Etkileri*:** Bireyin kendini iyi hissetmesini sağlaması ve mutluluk oluşturması, depresyon ve kaygı bozukluğu riskini azaltması, sağlıklı kas, kemik ve eklem yapısı üzerine olumlu etkileri nedeniyle vücut düzgünlüğü ve farkındalığını geliştirerek bedeni ile barışık, özgüvenli bireyler yaratması, iletişim becerilerini geliştirmesi, olumlu düşünebilme ve stresle başa çıkabilme yeteneğini geliştirmesi, benlik saygısı ve özgüvende artma, zihinsel yetilerde düzelme, sosyal ilişkilerde gelişme ve yorgunluk hissinde azalma olarak sıralanabilir (Koldaş, 2017).

2.2.Egzersiz Motivasyonları

Motivasyon, bireyin kendi arzuları ve istekleriyle harekete geçerek başka bir amacı gerçekleştirmesini sağlayan güçtür. Motivasyon, bireyin içsel veya dışsal faktörlerden kaynaklanan bir güdülenme sürecidir. Bu süreçte, bireye özgü arzular, hedefler ve istekler, onu harekete geçirmekte ve belirli bir davranışı gerçekleştirmeye yönlendirmektedir (Örücü ve Kanbur, 2008). Yetişkin bireylerin egzersiz yapmaya yönelik motivasyonları araştırıldığında bunların sıklıkla kişinin kendi amaçları, değerleri ve kişisel öncelikleri ile ilgili olduğu (Dacey, Baltzell, ve Zaichkowsky, 2008), bazı bireylerin ise daha dış motivasyona ihtiyaç duyduğu, bunların sosyal etkileşimi artırma, başkalarıyla bağlantı kurma veya bir gruba ait olma gibi egzersizin dolaylı getirilerine odaklandıkları (Buman, Yasova, ve Giacobbi, 2010) bildirilmiştir. Bu doğrultuda bireylerin egzersiz motivasyon kaynağının kendi içinden gelebileceği gibi sosyal bağlamlardan etkilenebileceği de görülmüştür.

Düzenli egzersiz her yaşta sağlığa yararlıdır. Düzenli egzersiz yapmanın, çocukların ve gençlerin sağlıklı büyümesi ve gelişmesinde, istenmeyen kötü alışkanlıklardan uzak durma ya da kurtulmada, sosyalleşmede, yetişkinlerin çeşitli kronik hastalıklardan korunmasında veya bu hastalıkların tedavisinde veya tedavinin desteklenmesinde, yaşlıların aktif bir yaşlılık dönemi geçirmelerinin sağlanmasında bir başka deyişle tüm hayat boyunca yaşam kalitesinin artırılmasında önemli farklar yaratabilmektedir (Alemdağ ve Öncü, 2015). İlerleyen yaşla birlikte egzersiz yapma motivasyonunun nasıl değiştiği tam olarak anlaşılamamıştır. Araştırmalar, düzenli egzersiz yapmanın ergenler ve genç yetişkinlerde kendini ifade etmeyi sağladığı, kendine güveni ve centilmenlik ruhunu arttırdığı, başarı ve sosyal iletişim becerilerini geliştirdiği, zihin yorgunluğu ve gerginliği azaltmada yardımcı olduğunu göstermektedir (Alemdağ ve Öncü, 2015; Crust, vd., 2014). Genç ve orta yaşlı yetişkinlerin ise kişisel hedefler üzerinde çalışma ve kendisiyle rekabet etme gibi sebeplerle egzersiz yapma eğiliminde oldukları bildirilmiştir. Aynı zamanda kendisi için

önemli olan diğerleri (örneğin, arkadaşlar ve aile) yaşlı yetişkinler için egzersiz yapmada bir motivasyon oluşturabilmektedir (Dionigi, Horton ve Baker, 2013).

2.3. Egzersiz Engelleri

Düzenli egzersiz yapmaya yönelik motivasyon unsurları gibi bazı engellerin de olduğu bilimsel araştırmalarla ortaya konmuştur. Bu engellerin başında "**zaman yetersizliği**" gelmektedir (Iversen vd., 2021). Düzenli egzersizin çok zaman aldığı, sıkıcı olabildiği, ekonomik yük getirdiği, ağrı ve sakatlanmalara yol açtığı ifade edilirken (Cetlin vd., 2023), beklenen sonucun alınmaması, yeterli sosyal desteğin sağlanmaması, yeterli bilgiye sahip olmama, çalışma hayatının yoğun sorumluluklar getirmesi ve egzersiz için uygun alanların/tesislerin olmaması gibi diğer nedenler de tanımlanmıştır (Bourke, vd., 2022). Bu nedenlerin gelişim dönemlerine göre değişiklik gösterdiği; genç bireylerin daha çok kendine güven ve öz bilinç eksikliğinin olduğu (Moore, vd., 2023), yaşlı bireylerin ise egzersize yönelik farkındalık ve bilgi eksikliği bulunduğu, egzersizi gerçekleştirmede kendini yetersiz gördüğü, egzersiz yapmak için fazla yaşlı olduğunu, kronik hastalıkların egzersiz yapmaya engel olacağı, bu nedenle bir uzman rehberliği ile egzersizi gerçekleştirme isteği içinde oldukları (Hurst, vd.,2023) bildirilmiştir.

Ceylan (2019) tarafından üniversite öğrencileri ile yapılan bir araştırmada katılımcıların boş zaman engelleri algılarının ortalamanın üstünde olduğu ve tesis eksikliği ile yeterli zaman bulma boyutlarından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Üniversite öğrencileri ile yapılan başka bir çalışmada öğrencilerin öğrenim gördükleri bölüm, genel akademik not ortalaması, haftalık serbest zaman, tesis yeterliliği ve yaşadıkları yer gibi değişkenlerin egzersiz engellerine göre fark yarattığı saptanmıştır (Uzun, Pepe, ve Turan, 2017).

3.SONUÇ

Bu alanda yapılmış birtakım çalışmalar olsa da halihazırda bildirilen düşük egzersiz oranları egzersiz motivasyon ve engellerinin tanımlanmasına ve bu alanda çalışmalar yapılmasına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Özellikle ülkemizde egzersiz oranlarının oldukça düşük olması egzersiz motivasyon ve engellerine yönelik araştırmaları daha da gerekli kılmaktadır. Her yaşta yapılan egzersizin sağlıklı yaşam için pek çok faydası olduğu düşünüldüğünde bu alanda yapılacak çalışmaların düzenli egzersiz yapma motivasyonunu oluşturmada ve engelleri aşmada katkılar sağlayacağı açıktır.

KAYNAKLAR

Alemdağ, S., & Öncü, E. (2015). The investigation of participation physical activity and social appearance anxiety at the preservice teachers. *International Journal of Sport Culture and Science*, *3*(Special Issue 3), 287-300.

Besdine, R. (2017). "Physical Changes with Aging", MSD Manual: professional version, http://www.msdmanuals.com/professional/geriatrics/approach-to-the-geriatric-patient/physical-changes-with-aging

Bourke, A., Niranjan, V., O'Connor, R., & Woods, C. (2022). Barriers to and motives for engagement in an exercise-based cardiac rehabilitation programme in Ireland: a qualitative study. *BMC primary care*, *23*(1), 28.

Buman, M. P., Yasova, L. D., & Giacobbi Jr, P. R. (2010). Descriptive and narrative reports of barriers and motivators to physical activity in sedentary older adults. *Psychology of sport and exercise*, *11*(3), 223-230.

Cetlin, M. D., Polonsky, T., Ho, K., Zhang, D., Tian, L., Zhao, L., Greenland, P., Treat-Jacobson, D., Kibbe, M. R., Criqui, M. H., Guralnik, J. M., & McDermott, M. M. (2023). Barriers to participation in supervised exercise therapy reported by people with peripheral artery disease. *Journal of vascular surgery*, *77*(2), 506–514.

Ceylan, E. H. (2019). Beden eğitimi ve spor yüksekokulu öğrencileri rekreatif faaliyetlere katılmaya motive eden faktörlerin araştırılması (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi).

Crust, L., Swann, C., Allen-Collinson, J., Breckon, J., & Weinberg, R. (2014). A phenomenological exploration of exercise mental toughness: Perceptions of exercise leaders and regular exercisers. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, *6*(4), 441-461.

Dacey, M., Baltzell, A., & Zaichkowsky, L. (2008). Older adults' intrinsic and extrinsic motivation toward physical activity. *American journal of health behavior*, *32*(6), 570-582.

Dionigi, R. A., Horton, S., & Baker, J. (2013). Negotiations of the ageing process: older adults' stories of sports participation. *Sport, education and society*, *18*(3), 370-387.

Hurst, C., Dismore, L., Granic, A., Tullo, E., Noble, J. M., Hillman, S. J., Witham, M. D., Sayer, A. A., Dodds, R. M., & Robinson, S. M. (2023). Attitudes and barriers to resistance exercise training for older adults living with multiple long-term conditions, frailty, and a recent deterioration in health: qualitative findings from the Lifestyle in Later Life - Older People's Medicine (LiLL-OPM) study. *BMC geriatrics*, *23*(1), 772.

Iversen, V. M., Norum, M., Schoenfeld, B. J., & Fimland, M. S. (2021). No Time to Lift? Designing Time-Efficient Training Programs for Strength and Hypertrophy: A Narrative Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *51*(10), 2079–2095.

Kaymak, B., Can, F. E., Gök, A. ve Toluk, Ö. (2019). Yaşlılarda spor yapma alışkanlıklarının değerlendirilmesi. Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B-Teorik Bilimler, 7(2), 204-210.

Koldaş, L. (2017). Yaşlılık ve Kardiovasküler Yaşlanma Nedir? Turk Kardiyol Dern Ars., 45(5), 1–4.

Moore, R., Edmondson, L., Gregory, M., Griffiths, K., & Freeman, E. (2023). Barriers and facilitators to physical activity and further digital exercise intervention among inactive British adolescents in secondary schools: a qualitative study with physical education teachers. *Frontiers in public health*, *11*, 1193669.

Sağlık İstatistikleri Yıllığı (2023) Risk Faktörleri. https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/50500/0/siy202307032025pdf.pdf

Uzun, F., Pepe, O. ve Turan, M.B. (2017). Investigation of relationship between factors hindering the participation of university students in recreational activities and their leisure motivations levels, Turkish Online Journal of Educational Technology, Special Issue for INTE; 298-303.

Örücü, E., & Kanbur, A. (2008). Örgütsel-yönetsel motivasyon faktörlerinin çalışanların performans ve verimliliğine etkilerini incelemeye yönelik ampirik bir çalışma: hizmet ve endüstri işletmesi örneği. Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 15(1), 85-97.

Yeltepe, H., & Yargış, İ. L. (2011). Egzersiz ve stres. *Turkiye Klinikleri Psychiatry-Special Topics*, *4*(3), 51-58.

YAŞLILIK DÖNEMİNDE FİZİKSEL EGZERSİZİN ÖNEMİNE BİR BAKIŞ

Hilal SEKİ ÖZ
Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Health Science, Department of Nursing, 40100, Merkez, Kırşehir
ORCID: 0000-0003-2228-9805
Didem AYHAN
Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Health Science, Department of Nursing, 10200, Bandırma, Balıkesir
ORCID: 0000-0001-6687-6564

ÖZET

Yaşlanma doğumla başlayan, hayat boyu süren ve geri dönüşümsüz bir süreçtir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre kronolojik olarak tüm dünyada 65 yaş ve üzeri yaşlılık olarak kabul edilmektedir. Yaşlanma süreci, organizmanın hücrelerinden başlayarak doku, organ ve sistem seviyelerindeki verimliliğin azalmasına yol açar, bu da geri dönüşü olmayan yapısal ve fonksiyonel değişikliklere neden olur. Bu değişiklikler, bireyin fiziksel, duygusal ve zihinsel açıdan bağımsızlığını zamanla sınırlar ve bağımlılık dönemine geçişini işaret eder. Yaşlanma ile birlikte hipertansiyon, diabet, koroner damar hastalıkları, osteoartrit, osteoporoz gibi kronik hastalıkların gelişimi kolaylaşır. Ülkemizde yaşlıların fiziksel olarak aktif oldukları söylenemez. Ülkemizde yapılan bir çalışmada yaşlılar arasında fiziksel aktivitenin düşük olduğu, sadece %30'unun yürüyüş, %15'inin ev içinde egzersiz yaptığı belirlenmiştir. Fiziksel aktivite azlığı yani hareketsizlik yaşlanma süreci ile oluşan fizyolojik değişiklikleri hızlandırır, kronik hastalık sıklığını artırır, bu hastalıkların daha erken yaşta ve ağır seyirde görülmesini sağlar. Düzenli fiziksel aktivite ile artan aerobik aktivite yaşlı erişkinlerde tüm nedenlere bağlı ölüm ve hastalanma oranında azalma ile ilişkili bulunmuştur. Çalışmalarda yaşlılık dönemine kadar düzenli fiziksel aktivite yapmamış kişilerde bile düzenli egzersiz yapmanın yaşam süresini ve yaşam kalitesini arttırdığı gösterilmiştir. Ülkemizde nüfusun yaşlandığı ve ömrün uzadığı göz önüne alındığında yaşlı nüfusun daha sağlıklı bir yaşam sürmesi ve günlük yaşam aktivitelerinde daha bağımsız olması için fiziksel aktivitenin özendirilmesi ve bu konuda bilinç düzeyinin artırılması gerekmektedir. Bu derleme çalışması ile yaşlılık döneminde fiziksel egzersizin önemine vurgu yapmak ve bu alanda yapılan çalışmaları sunmak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yaşlılık, fiziksel egzersiz, aktif yaşlanma

A REVIEW OF THE IMPORTANCE OF PHYSICAL EXERCISE IN OLD AGE

ABSTRACT

Aging is a lifelong and irreversible process that begins at birth. According to the World Health Organization, chronologically, 65 years of age and above is considered old age all over the world.

The aging process starts from the cells of the organism and leads to a decrease in efficiency at the tissue, organ and system levels, which causes irreversible structural and functional changes. These changes limit the physical, emotional and mental independence of the individual over time and indicate the transition to the period of dependency. With aging, the development of chronic diseases such as hypertension, diabetes, coronary artery disease, osteoarthritis, and osteoporosis becomes easier. It cannot be said that the elderly are physically active in our country. In a study conducted in our country, it was determined that physical activity among the elderly is low, only 30% of them walk and 15% of them exercise at home. Lack of physical activity, in other words inactivity, accelerates the physiological changes that occur with the aging process, increases the frequency of chronic diseases, and ensures that these diseases are seen at an earlier age and in a more severe course. Increased aerobic activity with regular physical activity has been found to be associated with a decrease in the rate of death and illness due to all causes in older adults. Studies have shown that regular exercise increases life expectancy and quality of life even in people who have not done regular physical activity until old age. Considering that the population is aging and life expectancy is increasing in our country, it is necessary to encourage physical activity and increase awareness on this issue in order for the elderly population to live a healthier life and be more independent in daily life activities. The aim of this review study is to emphasize the importance of physical exercise in old age and to present the studies conducted in this field.

Keywords: Old age, physical exercise, active aging

1.GİRİŞ

Yaşlanma doğumla başlayan, hayat boyu süren ve geri dönüşümsüz bir süreçtir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre kronolojik olarak tüm dünyada 65 yaş ve üzeri yaşlılık olarak kabul edilmektedir. Dünyada ve ülkemizde beklenen yaşam süresi uzamakta ve yaşlı nüfusun genç nüfusa oranı giderek artmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2023 yılı verilerine göre ülkemizde yaşlı nüfus oranı 10,2'ye ulaşmış ve nüfusun yaşlanmasıyla hızlı bir demografik dönüşüm yaşanmaktadır. Bu artışa bağlı olarak sağlıklı yaşlanma ve sosyal yaşamda bağımsız olma önem kazanmaktadır (Karan, 2006).

Yaşlılık bir hastalık değildir. Yaşlanma süreci, organizmanın hücrelerinden başlayarak doku, organ ve sistem seviyelerindeki verimliliğin azalmasına yol açar, bu da geri dönüşü olmayan yapısal ve fonksiyonel değişikliklere neden olur (Kırdı ve Kocaman, 2019). Bu değişiklikler, bireyin fiziksel, duygusal ve zihinsel açıdan bağımsızlığını zamanla sınırlar ve bağımlılık dönemine geçişini işaret

eder. Çevresel ve genetik faktörlerin etkileşimine bağlı olarak bu sürecin ortaya çıkışı farklılıklar gösterir (Koldaş, 2017; Tümerdem, 2006). Yaşlanma ile birlikte hipertansiyon, diabet, koroner damar hastalıkları, osteoartrit, osteoporoz gibi kronik hastalıkların gelişimi kolaylaşır. Ülkemizde yaşlıların fiziksel olarak aktif oldukları söylenemez. Ülkemizde yapılan bir çalışmada yaşlılar arasında fiziksel aktivitenin düşük olduğu, sadece %30'unun yürüyüş, %15'inin ev içinde egzersiz yaptığı belirlenmiştir.

Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) göre, düşük düzeydeki fiziksel aktivite sağlık açısından önemli risk faktörlerinden biridir ve başlıca ölüm nedenleri arasında yer almaktadır (Hakman ve ark., 2016). 2022 yılı TÜİK verilerine göre bireylerin ölüm nedenleri incelendiğinde, en yaygın neden olarak %35,4 ile dolaşım sistemi kaynaklı hastalıklar görülmektedir. Bunu %15,2 ile iyi huylu ve kötü huylu tümörler, %13,5 ile solunum sistemine bağlı hastalıklar izlemiştir. Ayrıca, dolaşım sistemi hastalıklarından kaynaklı ölümlerin alt boyutları incelendiğinde, ölümlerin %42,3'ünün iskemik kalp hastalıklarından, %23,5'inin diğer kalp hastalıklarından, %19,2'sinin ise serebro-vasküler hastalıklardan kaynaklı olduğu görülmüştür (TÜİK, 2023). Bu doğrultuda ülkemizdeki olumsuz sonuçların değişebilmesi, nüfusun sağlıklı yaşlanması ve günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız olması için fiziksel aktivitenin özendirilmesi, bu konuda bilinç düzeyinin artırılması gerekmektedir. Yaşlılar için kolay ulaşılabilir, yaygın, ücretsiz fiziksel aktivite alanlarının ve sosyal tesislerin artırılması da faydalı olacaktır (Andrieieva ve ark., 2019).

Fiziksel aktivite azlığı yani, hareketsizlik yaşlanma süreci ile oluşan fizyolojik değişiklikleri hızlandırır, pek çok kronik hastalık sıklığını artırır, bu hastalıkların daha erken yaşta görülmesini sağlar, kısaca yaşlılığı hızlandırır, yaşam süresini kısaltır (Hakman ve ark., 2016). Düzenli fiziksel aktivitenin ise birçok sistemin ve organın fonksiyonu üzerin de olumlu etkileri bulunmaktadır (Tümerdem, 2006). Bilinen olumlu etkileri; kalp hastalığı ve inme riskinde azalma, tip 2 diabetes mellitus riskinde azalma, yüksek kan basıncında düzelme, kan lipid profilinde düzelme, metabolik sendrom riskinde azalma, kolon ve meme kanserleri başta olmak üzere bazı kanser risklerinde (akciğer ve endometrium) azalma, kilo alımının önlenmesi, kalp-akciğer performansının geliştirilmesi, düşmelerin önlenmesi ve kalça kırığı riskinde azalma, depresyonda azalma, bilişsel fonksiyonlarda düzelme, kemik mineral yoğunluğunda artma ve uyku kalitesinde düzelme olarak sayılabilir (Kırdı ve Kocaman, 2019; Karan, 2006). Düzenli fiziksel aktivite ile artan aerobik aktivite yaşlı erişkinlerde tüm nedenlere bağlı ölüm ve hastalanma oranında azalma ile ilişkili bulunmuştur. Çalışmalarda yaşlılık dönemine kadar düzenli fiziksel aktivite yapmamış kişilerde

bile düzenli egzersiz yapmanın yaşam süresini ve yaşam kalitesini arttırdığı gösterilmiştir (Koldaş, 2017).

Ülkemizde nüfusun yaşlandığı ve ömrün uzadığı göz önüne alındığında yaşlı nüfusun daha sağlıklı bir yaşam sürmesi ve günlük yaşam aktivitelerinde daha bağımsız olması için fiziksel aktivitenin özendirilmesi ve bu konuda bilinç düzeyinin artırılması gerekmektedir (Toraman, 2011). Fiziksel aktivitenin artırılması sağlıkla ilişkili pek çok risk faktörünü azaltmaktadır. Yaşlılarda mutlaka hareketsizlikten kaçınılmalıdır. Biraz fiziksel aktivite hiç yapmamaktan, çok fiziksel aktivite biraz fiziksel aktiviteden daha iyidir (Kaymak ve ark., 2019). Fiziksel aktivitenin sıklığı, süresi ve şiddeti arttıkça sağlıkla ilgili kazanımlar da artmaktadır. Yanlış inanışlardan biride yaşlılığın ve hastalıkların fiziksel aktivite için engel olduğu düşüncesidir. Birçok kronik hastalıkta düzenli fiziksel aktivite, tedavi edici ve/veya önleyici etkileri nedeniyle önerilmektedir (Tümerdem, 2006).

2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1.Yaşlılık Kavramı

Yaşam döngüsü içinde son dönem olan yaşlılık, yaşam sürecinin geç dönemindeki gelişmenin devamını ve bireydeki değişimleri ifade eder. Bu aynı zamanda kültürel, çevresel ve ekonomik etmenlerin hazırladığı bir sonuçtur (Emiroğlu, 1995). Başka bir deyişle yaşlılık yaşam sürecinde gelişme ve olgunlaşmayı takip eden, genetik yapı ve çevre arasındaki etkileşimin en üst düzeyde görüldüğü, fizyolojik ve ruhsal değişimlerin ortaya çıktığı, karmaşık yönleri olan, tüm canlılarda görülen doğal ve kaçınılmaz bir dönemidir (Genç ve ark., 2013).

Yaşlanmayla birlikte genel olarak algılama, bellek ve yaratıcılık yetenekleri azalmaya başlar. Yaşlılığın başlangıcını fizyolojik veya psikolojik açıdan kesin olarak belirlemek zordur. “Her canlı için hayatın son evresi olan yaşlılık, kişisel tutum ve algılamalarla çaresiz bir yaşlılık veya olgun bir gençlik olarak yaşanılabilir” (Pekcan, 2000). Bu durum her insanın yaşlanma sürecine aynı şekilde tepki vermediğini göstermektedir. Nitekim yaşlılıkta karşılaşılan hastalıklar, ölüm nedeniyle yaşanan kayıplar veya emeklilik ile beraber ortaya çıkan bir takım rol-statü, yetenek, düşünme fonksiyonu gibi durumlar ile ilgili kayıpları kimi yaşlılar kolaylıkla kabullenirken kimi yaşlılar kabullenmekte zorluk çekebilmektedir (Duyan, 2000). Bunun sonucunda da yaşlanma sürecinde farklı yaşlı tipleri ortaya çıkmaktadır. Yaşlılık; kronolojik, biyolojik, fizyolojik, psikolojik, sosyo-kültürel, ekonomik ve toplumsal olmak üzere farklı boyutlar ile tanımlanarak değerlendirilmektedir.

2.2.Fiziksel Aktivite Kavramı

Fiziksel aktivite, günlük yaşam içerisinde, iskelet kasları kullanılarak yapılan ve enerji harcamasını gerektiren her hareket fiziksel aktivite olarak tanımlanır. *Egzersiz (Düzenli Fiziksel Aktivite),* fiziksel uygunluğun bir veya daha fazla bileşeninin korunmasını veya geliştirilmesini amaçlayan düzenli, plan lanmış ve tekrarlı fiziksel aktivitelerdir (Besdine, 2017). *Spor,* belirli kurallar içerisinde yapılan, genellikle yarışma amacı taşıyan, lisanslı amatör ve profesyonel sporcuların gerçekleştirdiği aktivite türüdür. Diğer yandan semt sahalarında oynanan basketbol, futbol gibi aktiviteler de günlük yaşamımızda spor olarak yerleşmiştir (Kaymak ve ark., 2019). Bu kapsamda oyun oynamak, ev işleri, bahçe işleri, yürümek, merdiven inip çıkmak, yemek yemek, banyo yapmak gibi günlük yaşamımızı sürdürmek için yapılan etkinliklerin yanı sıra, egzersiz ve spor da fiziksel aktivitedir (Kırdı ve Kocaman, 2019).

2.3. Fiziksel Aktivitenin Yararları

Sağlık, bireyin bedensel, ruhsal ve sosyal anlamda tam bir iyilik hâlinde olmasıdır. Fiziksel aktivitenin sağlığımız üzerine etkileri, temelde üç başlık altında incelenebilir (Karan, 2006).

1. Bedensel sağlığımız üzerine etkileri,
2. Ruhsal ve sosyal sağlımız üzerine etkileri,
3. Gelecekteki yaşantımız üzerine etkileri (Besdine, 2017).

Bedensel Sağlığımız Üzerine Etkileri

Fiziksel aktivitenin bedensel sağlığımız üzerindeki etkileri iki ana başlık al tında incelenebilir (Kırdı ve Kocaman, 2019).

***Kas İskelet Sistemi Üzerindeki Etkileri:** kas kuvveti ve miktarının korunması ve arttırılması, zıt yönde çalışan kaslar arasındaki dengenin sağlanması, kas-eklem kontrolünü arttırarak dengenin sağlanması, eklem hareketliliğinin korunması ve arttırılması, kas ve eklemlerin esnekliğinin korunması ve arttırılması, dayanıklılığın arttırılması, reflekslerin ve reaksiyon zamanının gelişmesi, vücut düzgünlüğü ve postürün korunması, vücut farkındalığının gelişmesi, denge ve düzeltme reaksiyonlarının gelişmesi, yorgunluğun azaltılması, kas kasılması ve aktivitenin etkisiyle kemik mineral yoğunluğunun arttırılması ve korunması, osteoporozun önlenmesi, olası yaralanma ve kazalara karşı bedensel korunma geliştirilmesi olarak sıralanabilir (Koldaş, 2017).

***Diğer Vücut Sistemleri Üzerine Etkileri:** kalbin dakikadaki atım sayısında azalma, kalbin boşluklarında genişleme sonucu bir atımda pompalanan kan miktarında artış, kalp ritminin düzenlenmesi, damar direncini azaltarak kan basıncının düzenlenmesi, yüksek kan kolesterol ve

trigliserit düzeylerini etkileyerek damar hastalıkları riskini azaltması, akciğerlerin havalanması ve solunum kapasitesinde artış, düzenli fiziksel aktivite ile insülin aktivitesinin kontrolü ve kan şekerinin düzenlenmesi, vücudun su, tuz, mineral kullanımının dengelenmesi, enerji gereksinimini yağları yakarak karşılama özelliğinin geliştirilmesi, metabolizmanın hızlandırılması ve kilo alımının önlenmesi olarak sıralanabilir (Kaymak ve ark., 2019).

Ruh Sağlığı ve Sosyal Gelişim Üzerine Etkileri

Bireyin kendini iyi hissetmesini sağlaması ve mutluluk oluşturması, depresyon ve kaygı bozukluğu riskini azaltması, sağlıklı kas, kemik ve eklem yapısı üzerine olumlu etkileri nedeniyle vücut düzgünlüğü ve farkındalığını geliştirerek bedeni ile barışık, özgüvenli bireyler yaratması, iletişim becerilerini geliştirmesi, olumlu düşünebilme ve stresle başa çıkabilme yeteneğini geliştirmesi, benlik saygısı ve özgüvende artma, zihinsel yetilerde düzelme, sosyal ilişkilerde gelişme ve yorgunluk hissinde azalma olarak sıralanabilir (Koldaş, 2017).

Yaşlılık Üzerine Etkileri

Olası ani ve sistemik hastalıklar nedeniyle ölüm riskini azaltması, kanser gelişim riskini azaltması, vücut direncinin artması ve enfeksiyonlara karşı koruma geliştirilmesi, kas-iskelet sistemini güçlü tutarak yaşlılıkta sık görülen düşmeler ve düşmelere bağlı kırık riskini azaltması, denge ve düzeltme reaksiyonlarının gelişmesi ile yaşlılıkta sık görülen düşmelerin önlenmesi, depresyon, anksiyete ile başa çıkma gücünü arttırması, bireylerin yaşamdan keyif almasını sağlaması, sağlıklı yaşlanmayı sağlaması, daha aktif yaşlı bireyler yaratması olarak sıralanabilir (Kaymak ve ark., 2019; Yılmazer, 2013). Sağlığı koruyucu ve geliştirici etkisinin görülebilmesi, günlük aktivitelerle beraber; fiziksel aktivitenin planlı, tekrarlı ve düzenli yapılmasıyla mümkündür. Bu tür fiziksel aktivite, egzersiz olarak da isimlendirilmektedir.

2.4.Yaşlılık Döneminde Fiziksel Aktivite

Ülkemizde nüfusun sağlıklı yaşlanması günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız olması için fiziksel aktivitenin özendirilmesi, bu konuda bilinç düzeyinin artırılması gerekmektedir (Karan, 2006). Yaşlılar için kolay ulaşılabilir, yaygın, ücretsiz fiziksel aktivite alanlarının ve sosyal tesislerin artırılması gerekmektedir. Hareketsizlik ömrü kısaltır, daha erken yaşlanmaya neden olur (Yılmazer, 2013). Fiziksel aktivite azlığı yani, hareketsizlik yaşlanma süreci ile oluşan fizyolojik değişiklikleri hızlandırır, pek çok kronik hastalık sıklığını artırır, bu hastalıkların daha erken yaşta görülmesini sağlar, kısaca yaşlılığı hızlandırır, yaşam süresini kısaltır. Düzenli fiziksel aktivitenin, birçok sistemin ve organın fonksiyonu üzerin de olumlu etkileri bulunmaktadır (Koldaş, 2017).

Yaşlılık dönemine kadar düzenli fiziksel aktivite yapmamış kişilerde bile düzenli egzersiz yapmanın yaşam süresini ve yaşam kalitesini arttırdığı gösterilmiştir. Fiziksel aktivitenin çok sayıda olumlu etkileri olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Bilinen olumlu etkileri şunlardır: Kalp hastalığı ve inme riskinde azalma, Tip 2 diabetes mellitus riskinde azalma, yüksek kan basıncında düzelme, kan lipid profilinde düzelme, metabolik sendrom riskinde azalma, kolon ve meme kanserleri başta olmak üzere bazı kanser risklerinde (akciğer ve endometrium) azalma, kilo alımının önlenmesi, kalp-akciğer performansının geliştirilmesi, düşmelerin önlenmesi ve kalça kırığı riskinde azalma, depresyonda azalma, bilişsel fonksiyonlarda düzelme, kemik mineral yoğunluğunda artma, uyku kalitesinde düzelme olarak sayılabilir (Besdine, 2017). Yanlış inanışlardan biride yaşlılığın ve hastalıkların fiziksel aktivite için en gel olduğu düşüncesidir. Birçok kronik hastalıkta düzenli fiziksel aktivite, tedavi edici ve/veya önleyici etkileri nedeniyle önerilmektedir (Kırdı ve Kocaman, 2019).

Yaşlı bireyler bunun için doktoruna başvurmalı ve hangi tür aktiviteleri yapıp hangilerini yapmayacağını sormalı, hangi durumda aktivitesini durduracağını öğrenmelidir (Karan, 2006).

2.5.İleri Yaş Grubu İçin Öneriler

- Televizyon başında veya komşuda oturarak geçirilen zamanlar azaltılmalıdır.
- Bu yaş grubu için en ideal aktivite şekli yürümedir. Daha kısa süreli ve sık dinlenerek yürüyüşe başlamalı bir şikayeti olmadıkça önce yürüme süresi, daha sonra yürüme temposu artırılmalıdır.
- Kısa mesafeler mümkünse yürünmelidir.
- Ev işleri kişinin kendisi tarafından yapılmaya çalışılmalıdır (Karan, 2006).
- Haftanın 5 günü 30 dakika süre ile ara vermeden veya 10 dakikalık sürelerle 3'e bölünerek (10x3=30 dakika) haftada toplam en az 150 dakika olacak şekilde orta şiddetli aktiviteler yapılabilir (Kırdı ve Kocaman, 2019).
- Orta şiddetli dayanıklılık (aerobik) aktiviteleri (nabız ve soluk alıp verme sayısını biraz artıran) olarak; tempolu yürüme, bisiklete binme, hafif koşu, yüzme, tenis, ağır ev işleri (elektrik süpürgesi kullanma) ağır yerine hafif bahçe işleri (bahçe çapalama, bellemek, ekin biçme) olarak sayılabilir (Besdine, 2017).
-Yüksek şiddetli fiziksel aktiviteler (nabzınızı ve soluk alıp verme sayınızı oldukça artıran) olarak; ağırlıkla yürüme veya yokuş yukarı yürüme, koşma, voleybol, basketbol, bisiklete binme sayılabilir. Haftada toplam en az 75 dk. olacak şekilde (haftada 3 gün 25 dakika veya 4 gün 20 dakika) yapılabilir.

- Ayrıca haftada 2 veya 3 gün kasları kuvvetlendirmek (peş peşe değil bir gün ara verilerek yapılmalıdır), denge ve esnekliği artırmak için aktiviteler yapılabilir (Koldaş, 2017).

3.SONUÇ

Yaşlılık döneminde bireylerin kendi sağlıkları için çok faydalı olmasına karşın yeterince fiziksel olarak aktif olmadıkları görülmektedir. Yaşlı bireylerde fiziksel aktivitenin artırılması sağlıkla ilişkili pek çok risk faktörünü azaltmaktadır. Fiziksel aktivitenin sıklığı, süresi ve şiddeti arttıkça sağlıkla ilgili kazanımlar da artmaktadır. Birçok kronik hastalıkta düzenli fiziksel aktivite, tedavi edici ve/veya önleyici etkileri nedeniyle önerilmektedir. Bu bilgiler ışığında yaşlı bireylerin fiziksel aktiviteye yönlendirilmesi ve bu alanda araştırmalar yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Andrieieva, O., Hakman, A., Kashuba, V., Vasylenko, M., Patsaliuk, K., Koshura, A., ve Istyniuk, I. (2019). Effects of physical activity on aging processes in elderly persons. Journal of Physical Education and Sport, 19(4), 1308 1314.

Besdine, R. (2017). "Physical Changes with Aging", MSD Manual: professional version, http://www.msdmanuals.com/professional/geriatrics/approach-to-the-geriatric-patient/physical-changes-with-aging

Duyan, V. (2000). "Yaşlılık ve Gerontolojik Sosyal Hizmet", Erkan G., Işıkhan V. (eds.) Antropoloji ve Yaşlılık: Prof. Dr. Vedia Emiroğlu'na Armağan içinde, (s. 119) Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Hizmetler Yüksek Okulu Yayını.

Emiroğlu, V. (1995). Yaşlılık ve Yaşlının Sosyal Uyumu, Ankara: Şafak Matbaacılık Ltd. Şti.

Genç, A., Gönül Y., Karabacak H, Çoban NF, Üçok K. (2013). Yaşlanmanın Fizyolojisi ve Anatomisi, S.11. Altındiş M. (ed.), Yaşlılarda Güncel Sağlık Sorunları ve Bakımı, İstanbul: İstanbul Tıp Kitapevi.

Hakman, A. V., Balatska, L.V. ve Liasota, T. I. (2016). Effects of recreational and health-enhancing activity on the slowing of the body's aging. Visnyk of Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University. Physical education, sport, and human health, 9, 91-98

Kaymak, B., Can, F. E., Gök, A. ve Toluk, Ö. (2019). Yaşlılarda spor yapma alışkanlıklarının değerlendirilmesi. Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi B - Teorik Bilimler, 7(2), 204-210

Karan, A. (2006). Yaşlılıkta egzersiz ve spor. Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi, 52 (özel ek A), A53-A56.

Koldaş, L. (2017). Yaşlılık ve Kardiovasküler Yaşlanma Nedir? Turk Kardiyol Dern Ars., 45(5), 1–4.

Kırdı, N., ve Kocaman, A. A. (2019) Yaşlanma sürecinde ve yaşlılık döneminde egzersizin önemi. Turkiye Klin Intern Med Nursing-Special Top., 5(2), 32–8.

Pekcan, H. (2000). "Yaşlılık", Erkan G., Işıkhan V. (eds.) Antropoloji ve Yaşlılık: Prof. Dr. Vedia Emiroğlu'na Armağan içinde, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Hizmetler Yüksek Okulu Yayını.

Toraman, F. (2011). "Yaşlılarda Kas ve İskelet Sistemi Sorunları", Gerofam –Kanıta Dayalı, Hakemli Gerontoloji Yönelimli Aile Hekimliği Dergisi, 2 (2), 1-16.

Tümerdem, Y. (2006). "Gerçek Yaş", Türk Geriatri Dergisi, 9(3),195-210.

TÜİK, 2023. https://www.tuik.gov.tr/

Yılmazer, A. (2013). "Dünyada ve Türkiye'de Yaşlılarda Demografik Değişiklikler", Altındiş M. (ed.) Yaşlılarda Güncel Sağlık Sorunları ve Bakımı içinde, (s. 1-8) İstanbul: İstanbul Tıp Kitapevi.

HİPOTİROİDLİ BİR HASTANIN PROTEZ REHABİLİTASYONU: BİR OLGU SUNUMU

Hilal OK BOSTAN
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İslampaşa, Rize
ORCID: 0000-0002-6415-5728

ÖZET

Hipotiroidzm tiroid hormonu eksikliğidir. Bu eksiklik kemik metabolizması ve diş gelişimi üzerinde de etkilere sebep olmaktadır. Birçok sistemik hastalığın ilk bulgusu ağızda ortaya çıkar ve diş hekimlerinin bu bulguların farkında olması hem patolojilerin sebebinin ayırt edilmesini sağlar hem de hastalıkların erken teşhisini kolaylaştırır. 19 yaşında kadın hasta diş eksikliği, çiğneme fonksiyonunda yetersizlik ve estetik kayıplar sebebiyle Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'na başvurdu. Oral ve radyografik muayene sonrasında protetik rehabilitasyon için mevcut var olan dişler üzerine sabit protetik restorasyon uygulamasına karar verildi. Sabit protetik restorasyonları uygulanmadan önce hastanın yüz yüksekliğinin azalmış olması sebebiyle geçici restorasyonlarla iki kez dikey boyut artırıldı. Yapılan her geçici rstorasyon iki ay süreyle kullanıldı. Hastanın eklem ve çevre dokularının adaptasyon süreci tamamlandıktan sonra sabit proterik restorasyonlar uygulandı. Yapılan bu protetik tedavi ile hastanın estetik beklentileri karşılanırken doğru çiğneme fonksiyonuyla da yaşam kalitesi artırılmış oldu.

Anahtar kelimeler: Hipotiroid, Dikey Boyut, Protetik Rehabilitasyon

PROSTHODONTIC REHABILITATION OF A HYPOTHYROID PATIENT: A CASE REPORT

ABSTRACT

Hypothyroidism is a condition characterized by a deficiency of thyroid hormones. This deficiency also affects bone metabolism and dental development. The first signs of many systemic diseases may appear in the mouth, and it is crucial for dentists to be aware of these signs, as it helps in identifying the cause of pathologies and facilitates the early diagnosis of diseases. A 19-year-old female patient applied to Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics due to missing teeth, inadequate chewing function and aesthetic concerns. After oral and radiographic examination, it was decided to apply fixed prosthetic restorations on the existing teeth for prosthetic rehabilitation. Before the fixed prosthetic restorations were applied,

the vertical dimension was increased twice using temporary restorations due to the patient's reduced facial height. Each temporary restoration was used for two months. After the adaptation process of the patient's joints and surrounding tissues was completed, permanent prosthetic restorations were applied. With this prosthetic treatment, the patient's aesthetic expectations were met and the quality of life was improved with proper masticatory function.

Key words: Hypothyroid, Vertical Dimension, Prosthetic Rehabilitation

PERİODONTAL VE PERİ-İMPLANT HASTALIK SINIFLANMASI: YENİLİKLER, YETERSİZLİKLER

Ebru SAĞLAM
Istanbul Medeniyet University, Faculty of Dentistry, Department of Periodontology, 34956 Istanbul,
ORCID: 0000-0002-7329-8085

ÖZET

Amerikan Periodontoloji Akademisi ve Avrupa Periodontoloji Federasyonu tarafından ortaklaşa geliştirilen 2018 Periodontal ve Peri-İmplant Hastalıkları ve Durumları Sınıflandırması, 1999 Periodontal Hastalıkları Sınıflandırmasından önemli bir paradigma değişikliğini temsil ediyor. 1999 sistemi, periodontitisi kronik, agresif ve nekrotizan formlar olarak kategorize etti ve sistemik durumlarla ilişkili vakaları da ekledi. 2018 sınıflaması, kronik ve agresif periodontitis ayrımını destekleyecek yeterli kanıtın olmadığını kabul ederek bu iki kategoriyi tek bir hastalık varlığıyla "periodontitis" şeklinde yeniden düzenledi. Güncellenen sınıflandırma ayrıca, peri-implant hastalıklarını ilk kez dahil ederken, nekrotizan periodontal hastalıkları ve periodontitisi sistemik hastalıkların bir belirtisi olarak da içeriyor. 2018 sistemindeki önemli bir gelişme, evreleme ve derecelendirme matrisinin uygulanmasıdır. Evreleme, klinik ataşman kaybı, radyografik kemik kaybı, periodontitis nedeniyle diş kaybı ve sondaj derinliği ve furkasyon tutulumu gibi bölgeye özgü faktörleri göz önünde bulundurarak hastalığın şiddetine ve vaka yönetiminin karmaşıklığına dayanmaktadır. Öte yandan derecelendirme, ilerleme oranını, tedaviye yanıtı ve sistemik sağlık üzerindeki beklenen etkiyi tahmin eder. Sigara içme durumu, diyabetik hastalarda glisemik kontrol ve % radyografik kemik kaybı/yaş gibi parametreleri içerir. Bu çok boyutlu sistemin klinik uygulamaya entegre edilmesi, tanısal hassasiyeti artırır ve kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerini destekler. Dahası, peri-implant durumlarının dahil edilmesi, sınıflandırma sistemlerinde uzun süredir var olan bir boşluğu doldurarak daha kapsamlı hasta yönetimine olanak tanır. Bununla birlikte, 2018 sınıflandırmasının uygulanması, özellikle uygulayıcı kalibrasyonu, eğitim ve klinik kayıt sistemlerine entegrasyon ihtiyacı açısından zorluklar sunmaktadır. Bu uygulama engellerine rağmen, 2018 sınıflandırması sağlam ve kanıta dayalı bir çerçevedir; periodontal ve peri-implant bakımında iyileştirilmiş tanısal doğruluk, tedavi planlaması ve prognoz değerlendirmesine olanak sağlar.

Anahtar Kelimeler: Evreleme, İmplant, Kronik, Periodontoloji, Sistemik

PERIODONTAL AND PERI-IMPLANT DISEASE CLASSIFICATION: INNOVATIONS, INADEQUACIES

ABSTRACT

The 2018 Classification of Periodontal and Peri-implant Diseases and Conditions, developed jointly by the American Academy of Periodontology and the European Federation of Periodontology, represents a significant paradigm shift from the 1999 Classification of Periodontal Diseases. The 1999 system categorized periodontitis into chronic, aggressive, and necrotizing forms, along with cases associated with systemic conditions. The 2018 framework replaces the chronic and aggressive periodontitis categories with a single disease entity “periodontitis” thereby acknowledging the lack of sufficient evidence to support their distinction. The updated classification also includes necrotizing periodontal diseases and periodontitis as a manifestation of systemic diseases, while incorporating peri-implant diseases for the first time. A major advancement in the 2018 system is the implementation of a staging and grading matrix. Staging is based on disease severity and complexity of case management, considering clinical attachment loss, radiographic bone loss, tooth loss due to periodontitis, and site-specific factors such as probing depth and furcation involvement. Grading, on the other hand, estimates the rate of progression, responsiveness to therapy, and anticipated impact on systemic health. It incorporates parameters such as smoking status, glycemic control in diabetic patients, and the % radiographic bone loss/ age. The integration of this multidimensional system into clinical practice enhances diagnostic precision and supports individualized treatment strategies. Furthermore, the inclusion of peri-implant conditions fills a longstanding gap in classification systems, enabling more comprehensive patient management. Nevertheless, the application of the 2018 classification presents challenges, particularly in terms of practitioner calibration, education, and the need for integration into clinical record systems. Despite these implementation barriers, the 2018 classification is a robust and evidence-informed framework, facilitating improved diagnostic accuracy, treatment planning, and prognostic assessment in periodontal and peri-implant care.

Keywords: Staging, Implant, Chronic, Periodontology, Systemic

SAĞLIKTA ŞİDDET: ÜNİVERSİTE ÖRNEĞİ

Hatice ÜZÜMCÜ
Sivas Cumhuriyet University, Institute of Social Sciences, Department of Health Care Management, SİVAS
ORCID: 0000-0002-7259-3437
Abdullah MISIRLIOĞLU
Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Health Sciences, Department of Health Management, Health Management Department, SİVAS
ORCID: 0000-0003-0978-4537

ÖZET

Bu araştırma, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi'nde çalışan sağlık personelinin şiddete maruziyetlerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma kesitsel bir tasarıma sahip olup, evreni hastanede görev yapan 1968 sağlık çalışanını kapsamaktadır. Araştırmaya dâhil edilen örneklem, en az bir yıldır hastanede çalışan ve araştırmaya katılmayı kabul eden 469 sağlık çalışanından oluşmaktadır. Veri toplama sürecinde, Kişisel Bilgi Formu ve Sağlık Çalışanlarına Yönelik Şiddet Formu kullanılmıştır. Elde edilen veriler, IBM SPSS V23 ile analiz edilmiştir.

Araştırma bulguları, sağlık çalışanlarının çoğunluğunun kadın (%74,8) ve bekâr (%52,5) olduğunu göstermektedir. Ayrıca, katılımcıların %51,6'sı 20-30 yaş aralığındadır ve %59,9'u lisans mezunudur. Çalışma yaşamı boyunca, sağlık çalışanlarının %62,0'sı şiddete uğramıştır ve en çok etkilenen grup hemşireler (%62,2) olmuştur. En yaygın şiddet türü ise sözel şiddet (%50,5) olarak belirlenmiştir. Şiddetin kaynağı en çok hastalar (%41,8) ve hasta yakınları (%34,5) olmuştur. Son bir yılda %43,5 oranında sağlık çalışanı şiddet görürken, bu olaylar çoğunlukla hastane içinde (%81,9) ve 08:00-16:00 saatleri arasında (%63,2) yaşanmıştır.

Çalışmada, şiddetle mücadelede yetersiz güvenlik önlemleri, düşük eğitim seviyesi ve medya etkisi gibi faktörler öne çıkmıştır. Çalışanlar, yasal düzenlemelerin eksik olduğunu belirtmiş ve şiddetle mücadelede hukuki destek, güvenlik önlemleri ve medya bilgilendirmesinin artırılması gerektiğini vurgulamıştır. Eğitim ve uygun personel sayısının artırılması gibi önerilerde de geniş bir fikir birliği bulunmuştur. Sonuç olarak, sağlık çalışanlarının korunması amacıyla daha etkili politikaların ve güvenlik önlemlerinin uygulanması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Şiddet, Sağlık Çalışanı, Sağlıkta Şiddet

VIOLENCE IN HEALTHCARE: A UNIVERSITY HOSPITAL EXAMPLE

ABSTRACT

This research was conducted to examine the exposure to violence among healthcare personnel working at Sivas Cumhuriyet University Faculty of Medicine Research and Application Hospital. The study has a cross-sectional design and covers 1,968 healthcare workers employed at the hospital. The sample included in the research consists of 469 healthcare workers who have been employed at the hospital for at least one year and have agreed to participate in the study. During the data collection process, a Personal Information Form and a Violence Against Healthcare Workers Form were used. The obtained data were analyzed using IBM SPSS V23.

The research findings indicate that the majority of healthcare workers are female (74.8%) and single (52.5%). Additionally, 51.6% of the participants are between the ages of 20 and 30, and 59.9% are university graduates. Throughout their professional lives, 62.0% of the healthcare workers have experienced violence, with nurses (62.2%) being the most affected group. The most common type of violence was verbal abuse (50.5%). The sources of violence were predominantly patients (41.8%) and patients' relatives (34.5%). In the past year, 43.5% of healthcare workers have experienced violence, with these incidents mostly occurring within the hospital (81.9%) and between 08:00 and 16:00 hours (63.2%).

The study highlighted factors such as inadequate security measures, low educational levels, and media influence in the fight against violence. Healthcare workers pointed out the lack of legal regulations and emphasized the need for increased legal support, enhanced security measures, and better media awareness in combating violence. There was also broad consensus on the need to increase training and adequate staffing. As a result, the study concludes that more effective policies and security measures should be implemented to protect healthcare workers.

Keywords: Violence, Healthcare Worker, Violence in Healthcare

YÜZEY TEMİZLEME İŞLEMLERİNİN BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİ

İpek ÇAĞLAR
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İslampaşa, Rize
ORCID: 0000-0002-2286-4657

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, farklı temizleme yöntemlerinin zirkonya ve rezin siman ile arasındaki bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmektir. Zirkonya bloklarından elde edilen örnekler rastgele altı gruba ayrıldı (n:10). Tükürük kontaminasyonuna maruz kalmayan örnekler kontrol grubu (Grup K) olarak ayrıldı. Diğer örnekler yapay tükürük ile 1 dakika kontamine edildi. Grup T, kontaminasyon sonrası herhangi bir işlem uygulanmadı. Grup H, kontaminasyon sonrası distile su ile durulandı ve 15 sn boyunca hava spreyi ile kurutuldu. Grup S, kontaminasyon sonrası yüksek hava basınçlı Al_2O_3 partikülleri ile aşındırıldı. Grup A ve B, kontaminasyon sonrasında sırasıyla iki farklı temizleme ajanı uygulandı. İstatistiksel analiz için 0,05 anlamlılık düzeyinde çoklu karşılaştırma yöntemleri kullanıldı. En yüksek bağlantı dayanım değeri Grup S'de, en düşük bağlantı dayanım değeri Grup T'da bulundu. Grup A ve B grup T'ye göre istatistiksel olarak yüksek bağlanma dayanım değerleri ortaya koysa da kontrol grubundan daha düşük değerler sergiledi. Temizleme yöntemlerinin zirkonyanın bağlanma dayanımını etkileyerek simantasyon öncesi tükürük dekontaminasyonunda etkili olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: Zirkonya, Bağlantı Dayanımı, Kontaminasyon

EFFECT OF SURFACE CLEANING PROCESS ON BOND STRENGTH

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of different cleaning methods on the bond strength between zirconia and resin cement. Specimens obtained from zirconia blocks were randomly divided into six groups (n:10). Specimens that were not exposed to saliva contamination were left as a control group (Group K). The other specimens were contaminated

by contact with artificial saliva for 1 minute. Group T was left after contamination. Group H was rinsed with distilled water after contamination and dried with air spray for 15 s. Group S was abraded with high air pressure Al_2O_3 particles. Groups A and B were treated with two various cleaning agents. Multiple comparison methods were used for statistical analysis at 0.05 significance level. The highest SBS values were found in Group S, whereas the lowest SBS values were found in Group T. Group A and Group B exhibited higher SBS values than group T. However, the SBS values were lower than control group. Cleaning methods were found to be effective in saliva decontamination before cementation by affecting the bond strength of zirconia.

Keywords: Zirconia, Bond Strength, Contamination

YARIK DAMAKLI BİR HASTANIN PROTEZ REHABİLİTASYONU: BİR OLGU SUNUMU

İpek ÇAĞLAR
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İslampaşa, Rize
ORCID: 0000-0002-2286-4657

ÖZET

Dudak damak yarıkları cerrahi bir operasyon olmadan da protetik tedaviler ile rehabilitee edilebilmektedir. Ağız ve burun boşluklarının anormal ilişkisini düzelten obtüratörler, hastanın günlük hayatta fonksiyon görmesini sağlayan çok daha zahmetsiz bir tedavi olarak görülüyor. 57 yaşındaki kadın hasta, sendromik olmayan yarık yumuşak damak, hiper nazal konuşma, yemek yeme ve yutkunma sırasında yiyeceklerin burun bölgesine kaçması gibi problemlerle Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'na başvurdu. Oral ve radyografik muayene sonrasında protetik rehabilitasyon için diş retansiyonlu farengeal obturator protez yapılmasına karar verildi. Hastanın 6 aylık takibinde posterior palatinal kapama sonrası konuşma ve yeme fonksiyonlarının sağlıklı bir şekilde gerçekleştirildiği teyit edildi. Uygun bir protez ve obturatör yardımıyla hastanın çiğneme, konuşma ve yutma fonksiyonlarını non-invaziv olarak yerine koyabilir ve hastanın yaşam kalitesi artırılabilmektedir.

Anahtar kelimeler: Yumuşak Damak Yarığı, Obturator, Protetik Rehabilitasyon

PROSTHODONTIC REHABILITATION OF A PATIENT WITH CLEFT PALATE: A CASE REPORT

ABSTRACT

In prosthodontics, the treatment of cleft lip and palate can still be performed without a surgical operation. Obturators, which correct the abnormal relationship of the oral and nasal cavities, are seen as a much more effortless treatment that allows the patient to function in daily life. A 57-year-old female patient consulted to the Department of Prosthodontics of Recep Tayyip Erdogan University Faculty of Dentistry with a non-syndromic cleft soft palate, hyper nasal speech, and problems such as food escaping into the nasal region during eating and swallowing. After oral and radiographic examination, tooth retained pharyngeal obturator prosthesis was decided for prosthetic rehabilitation. The 6-month follow-up, it was confirmed that speech and eating functions were performed in a healthy manner after posterior palatal seal. With the help of an appropriate prosthesis and obturator, we can non-invasively replace the patient's chewing, speaking and swallowing functions and improve the patient's quality of life.

Key words: Cleft Soft Palate, Obturator, Prosthetic Rehabilitation

OLGU SUNUMU: PEDİYATRİK BİR HASTADA DENTİJERÖZ KİSTİN BAŞARILI PROTETİK TEDAVİSİ

Rabia ÇİÇEK
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Rize
ORCID: 0009-0006-6829-7340
İpek ÇAĞLAR
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Rize
ORCID: 0000-0002-2286-4657

ÖZET

Dentijeröz kistler, özellikle çocuk ve ergen hastalarda görülen, tedavi edilmediğinde çene gelişimi ve diş sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabilen patolojilerdir. Bu vaka raporu, pediatrik bir hastada dentijeröz kistin yönetiminde protetik tedavi yaklaşımlarının önemini vurgulamaktadır.

11 yaşındaki erkek hasta, 85 numaralı dişinde ağrı ve rahatsızlık şikayetiyle kliniğimize başvurmuştur. Hastanın sistemik bir hastalığı bulunmamaktadır. Yapılan muayene ve ileri görüntüleme teknikleri sonucunda, 85 numaralı diş bölgesinde dentijeröz kist tespit edilmiştir. Tedavi, 85 numaralı dişin çekilmesiyle başlatılmış ve ardından kistin içeriğinin boşaltılması amacıyla marsupializasyon yöntemi uygulanmıştır. Tedavi sürecinde protetik işlemlere hastadan aljinat ölçü maddesiyle detaylı bir ölçü alınarak başlanmıştır. Bu ölçü, tedavi sürecinde kullanılacak olan akrilik yer tutucu apareyin özel olarak hastaya uygun şekilde tasarlanıp üretilmesi amacıyla kullanılmıştır. Hastanın iyileşme sürecinde, kist boşluğuna doğrudan uzanan ve boşluğun ağız içinde stabil bir şekilde kalmasını sağlayan özel olarak tasarlanmış akrilik bir yer tutucu aparey kullanılmıştır. Aparey, kistin küçülmesini desteklemek ve hastanın ağız fonksiyonlarını korumak amacıyla dört ay boyunca düzenli olarak ayar yapılmış ve uyumlandırılmıştır.

Bu vaka, dentijeröz kistlerin yönetiminde protetik tedavi yaklaşımlarının etkinliğini göstermektedir. Akrilik yer tutucu apareyin kullanımı, kist boşluğunun stabilizasyonunu sağlamakla kalmamış, aynı zamanda hastanın çene gelişimini destekleyerek diş ve ağız sağlığının korunmasına katkıda bulunmuştur. Marsupializasyon tedavisi ve protetik apareyin düzenli olarak ayarlanması, kistin boyutunun etkili bir şekilde kontrol altına alınmasını ve iyileşme sürecinin hızlandırılmasını sağlamıştır. Bu yaklaşım, pediatrik hastalarda dentijeröz kist yönetimi için yenilikçi ve fonksiyonel bir çözüm sunmaktadır.

Bu vaka raporu, dentijeröz kistlerin yönetiminde protetik yaklaşımların önemini vurgulamaktadır. Akrilik yer tutucu apareyin kullanımı, kist tedavisinde etkili bir yöntem olarak öne çıkmakta ve

pediatrik hastaların ağız ve çene gelişiminin desteklenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu tedavi yöntemi, benzer vakaların yönetiminde değerli bir referans noktası olarak kabul edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Dentijeröz Kist, Marsupializayon, Protetik Tedavi, Yer Tutucu Aparey

CASE REPORT: SUCCESSFUL PROSTHETIC TREATMENT OF A DENTIGEROUS CYST IN A PEDIATRIC PATIENT

ABSTRACT

Dentigerous cysts are pathologies that, if left untreated, can adversely affect jaw development and dental health, particularly in children and adolescents. This case report highlights the significance of prosthetic treatment approaches in the management of a dentigerous cyst in a pediatric patient.

An 11-year-old male patient presented to our clinic with complaints of pain and discomfort in the region of tooth number 85. The patient had no history of systemic disease. Following clinical examination and advanced imaging techniques, a dentigerous cyst was identified in the region of tooth 85. Treatment was initiated with the extraction of the primary tooth number 85, followed by marsupialization to facilitate drainage of the cystic contents. During the course of treatment, prosthetic procedures were commenced by taking a detailed impression using alginate impression material. This impression was utilized for the custom design and fabrication of an acrylic space maintainer appliance tailored to the patient. Throughout the healing process, a specially designed acrylic space maintainer that extended into the cystic cavity and ensured intraoral stability of the site was used. The appliance was regularly adjusted and adapted over a period of four months to promote cyst shrinkage and to maintain the patient’s oral functions.

This case demonstrates the effectiveness of prosthetic treatment approaches in managing dentigerous cysts. The use of an acrylic space maintainer appliance not only stabilized the cyst cavity but also contributed to the patient's jaw development and the preservation of dental and oral health. The marsupialization treatment and regular adjustment of the prosthetic appliance facilitated effective control over the size of the cyst and accelerated the healing process. This approach presents an innovative and functional solution for managing dentigerous cysts in pediatric patients.

This case report emphasizes the importance of prosthetic approaches in the management of dentigerous cysts. The use of an acrylic space maintainer has emerged as an effective method in cyst treatment, playing a critical role in supporting the oral and jaw development of pediatric patients. This treatment modality should be considered a valuable reference for managing similar cases.

Keywords: Dentigerous Cyst, Marsupialization, Prosthetic Treatment, Space Maintainer

CERRAHİ PROSEDÜRLERDE AĞRI, ANKSİYETE VE KONFOR YÖNETİMİNDE SANAL GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİ

Esma GÖKÇE
Toros University, Vocational School of Health Services, Mersin, Türkiye.
ORCID: 0000-0001-9581-6958
Sevban ARSLAN
Çukurova University, Faculty of Health Sciences, Surgical Nursing Department, Adana, Türkiye.
ORCID: 0000-0002-8893-9391

ÖZET

Teknolojideki gelişmeler, cerrahi prosedür geçiren hastalarda ağrıyı ve anksiyeteyi azaltmak ve konforu artırmak amacıyla çeşitli yöntemlerin kullanımını yaygınlaştırmıştır. Bu yöntemler arasında yer alan Sanal Gerçeklik (SG) teknolojisi; gerçeklik ve hayal gücünü birleştiren, etkileyici ve yenilikçi bir uygulama olarak öne çıkmaktadır. SG uygulamalarının, farmakolojik olmayan bir müdahale olarak bilişsel ve dikkat süreçlerini kullanarak ağrı, anksiyete ve konfor yönetiminde olumlu sonuçlar sağladığı bildirilmektedir. Son yıllarda SG teknolojisinin gelişimi, yalnızca çeşitli simülasyon uygulamalarının geliştirilmesine katkı sağlamakla kalmamış, aynı zamanda maliyetlerin düşmesine neden olarak cerrahi uygulamalarda kullanım sıklığını da artırmıştır. Ayrıca, SG'nin iyileşme sürecine olumlu etkileri; hastaların güven duygusunu, bakım memnuniyetini ve öz bakım sürecine katılımını desteklemesi açısından umut vadeden bir teknoloji olarak değerlendirilmektedir. Bu derlemede, sanal gerçeklik teknolojisinin cerrahi girişimlerde ağrı, anksiyete ve konfor üzerine etkileri incelenmiş; ilgili literatür taranarak elde edilen bulgular sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sanal Gerçeklik, Cerrahi Prosedürler, Ağrı Yönetimi, Anksiyete, Hasta Konforu, Perioperatif Bakım, Nonfarmakolojik Terapiler, Hemşirelik.

VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY IN PAIN, ANXIETY, AND COMFORT MANAGEMENT IN SURGICAL PROCEDURES

ABSTRACT

Technological advancements have facilitated the widespread use of various methods aimed at reducing pain and anxiety while enhancing comfort in patients undergoing surgical prıcedures. Among these, Virtual Reality (VR) has emerged as an innovative and immersive tool that uniquely integrates reality with imagination. As a non-pharmacological intervention, VR has demonstrated positive outcomes in the management of pain, anxiety, and patient comfort by engaging cognitive and attentional mechanisms. In recent years, the development of VR technology has not only enabled the creation of diverse simulation applications but also contributed to cost reduction,

thereby increasing its applicability across surgical practices. Furthermore, the positive impact of VR on recovery processes has highlighted its potential to improve patients' sense of safety, satisfaction with care, and involvement in self-care. This review aims to examine the effects of virtual reality technology on pain, anxiety, and comfort in surgical procedures, presenting findings from the current body of literature.

Keywords: Virtual Reality, Surgical Procedures, Pain Management, Anxiety, Patient Comfort, Perioperative Care, Non-Pharmacologic Therapies, Nursing.

1. INTRODUCTION

1.1. Virtual Reality Technology

Contemporary innovative products and technical solutions are transforming the field of medicine and are expected to continue doing so in the future (Sparwasser et al. 2022). Particularly in medical interventions, challenges such as diagnostic procedures, high costs, surgical interventions, risk of complications, and prolonged recovery periods necessitate innovative technologies to enhance the safety, efficacy, and efficiency of these procedures (Donegan et al. 2020). Advanced technologies have facilitated user-friendly interfaces and high-performance computers, enabling the development of interactive virtual environments (Bouraghi et al. 2023). VR is one such advanced technology that simulates real-world scenarios, creating a three-dimensional interactive virtual environment that incorporates visual, auditory, and sometimes tactile sensations (Snoswell and Snoswell 2019). In essence, VR provides a simulation model offering a sense of reality by creating an illusion of the spatial presence of three-dimensionally animated objects (Saab et al. 2021). Initially employed in high-cost military and space research applications, the progression of technology and the advent of mobile devices have extended the use of VR to diverse fields such as education, healthcare, architecture, engineering, entertainment, librarianship, museums, and painting (Demirer and Erbaş 2015). Furthermore, widespread adoption has been facilitated by significant technological advancements and cost reductions (Combalia et al. 2024).

VR systems integrate standard components such as 3D-enabled computers, Head-Mounted Displays (HMD), and positional sensor-equipped controllers, incorporating increasingly tactile feedback to simulate touch, vibration, and motion (Hamad and Jia 2022). Additionally, it provides the opportunity for sensory feedback and interaction between the user and the virtual world (Schoeb et al. 2021). Participants can enter the virtual world through the screen they wear on their heads, experiencing the VR application environment as if it were real. This sense is created by establishing

a presence in the environment, diverting the user's attention away from real-world stimuli (Yılmaz and Dinçer 2022; Gökçe and Arslan 2023).

The reason behind the profound sense of presence in a VR-created environment is the use of simulation mechanisms closely resembling those employed by our minds (Riva and Gaggioli 2019). Fundamentally, it can be argued that the mental system itself is a simulation system of reality. This is explained by the existence of two groups of bimodal visuo-motor neurons: "Canonical" neurons and "mirror" neurons, confirming the presence of a simulation system in the human mind. In clinical settings, VR is utilized as a tool to create a personalized pathway for individuals to acquire the skills necessary for a "virtual" adaptation to the "real" world, aiming to facilitate the development of skills, confidence, and mental and psychophysical preparedness required to confront real-world activities (Caponnetto et al. 2021).

VR is employed in various medical fields such as physical and cognitive rehabilitation, education and training, surgical and procedural interventions, and the reduction of pain and anxiety, ultimately enhancing comfort (Sparwasser et al. 2022; Porpiglia et al. 2019). In these medical domains, VR applications are reported to provide users with flexible, highly realistic, safe, engaging and controllable simulations, imparting the skills, confidence, and mental and psychophysical preparedness required to confront real world activities (Caponnetto et al. 2021).

However, despite being a powerful and versatile tool, current VR technology has notable limitations and disadvantages. These include technological constraints regarding what VR can achieve, the accessibility of VR to the general public, and some side effects of using VR devices. In terms of technological limitations, while VR has made significant leaps in evolution, further progress is needed to fully harness its potential in all possible applications and purposes. As VR technology advances, it becomes more accessible, especially when compared to its earlier stages. Nevertheless, the high cost of advanced VR technology on the market remains a significant barrier to the widespread use of VR applications. One of the critical issues related to VR usage is "cyber sickness," where users may experience symptoms similar to motion sickness (e.g., nausea, dizziness, vomiting, loss of balance) as a consequence of using VR devices (Hamad and Jia 2022; Choi et al. 2023).

1.1.1. Simulation Levels in Virtual Reality

The "Non-Immersive Virtual Reality" (Desktop VR) refers to technologies that utilize two-dimensional screens or monitors without creating a sense of presence or immersion, allowing users

to view virtual environments or simulations without obstructing the real world and full immersion (Combalia et al. 2024). This system relies on traditional illustrations with a computer-generated environment. The body and devices remain separate, and the user remains fully connected to the physical environment. Non-immersive VR utilizes equipment such as 3D digital displays, gaming consoles, keyboards, mice, and control devices (Caponnetto et al. 2021; Afridi et al. 2022).

The "Semi-Immersive Virtual Reality" involves interacting with a partial virtual environment using a screen that displays real images instead of an avatar in the virtual environment. It allows participants to be drawn into a different reality while maintaining a connection with their real surroundings. Unlike fully immersive VR, semi-immersive VR enables users to interact with the real world. Due to fewer side effects such as motion sickness compared to immersive VR, semi-immersive VR is most commonly used in rehabilitation applications (Afridi et al. 2022).

The "Immersive Virtual Reality" (IVR) signifies a moment when the subject's perceptual channels are entirely isolated, resulting in a complete immersion experience (Caponnetto et al. 2021). IVR provides participants with a fully immersive experience of a virtual or non-physical world, incorporating equipment such as VR goggles, head-mounted displays, headphones, gloves, and possibly a treadmill. This type of VR offers participants the most realistic simulation environment, making them feel as if they are part of the virtual world (Afridi et al. 2022).

The "Augmented Reality" (AR) refers to situations where computer-generated images can be overlaid onto reality (Caponnetto et al. 2021). The AR technology is a technology that enhances or augments users' perception of their environment by merging digital information or images with the real world. Users of AR commonly utilize transparent glasses or employ smartphone cameras to view digital content seamlessly integrated into their real-world surroundings. AR serves the purpose of delivering supplementary information or guidance without disconnecting users from their physical environments (Combalia et al. 2024; Verhey et al. 2020).

The "Mixed Reality" (MR) surpasses AR by seamlessly incorporating virtual objects into the actual environment, enabling users to engage in a heightened immersive experience with a blend of physical and digital elements. MR delivers an enhanced level of realism and interaction, facilitating dynamic engagement where virtual objects can interact with the real world and vice versa (Combalia et al. 2024).

Immersive VR, AR, and MR can collectively be referred to as XR (Extended Reality), encompassing a broad range of technologies that combine real-world and virtual or augmented

content. This inclusive term defines an evolving field of technologies that transport users to experiences beyond the real world, blurring the boundaries between the real and virtual worlds, offering users broader and more interactive experiences (Combalia et al. 2024; Hamad and Jia 2022).

1.1.2. Virtual Reality in Pain Management in Surgical Procedures

Understanding the mechanisms of pain has greatly advanced in elucidating how pain either contributes to protecting against injury or serves as a manifestation of pathological conditions in tissues, thereby shedding light on how pain evolves from a normal to a pathological state. However, despite these scientific developments, the clinical management of pain remains challenging. It is strongly emphasized that a multimodal approach involving both pharmacological and non-pharmacological methods be applied together for effective pain control (Choi et al. 2023).

Acute pain following procedural and surgical interventions is experienced by all patients, with approximately half of them reporting moderate to high levels of pain. Uncontrolled acute pain can have physiological effects, such as organ dysfunction, impaired wound healing, low quality of life, increased healthcare costs, and the risk of developing chronic pain (Shafi et al. 2018). Various analgesics, both opioid and non-opioid, are preferred during the perioperative period to alleviate the pain burden on patients. Especially, opioids are associated with common side effects like nausea, vomiting, sleep problems, constipation, respiratory depression, and addiction, posing a public health concern (Dowell et al. 2016). Recognizing that pain is not merely a direct output of nociceptive input but an emotional experience has led to the increased importance of non-pharmacological treatment strategies. Non-pharmacological methods used in pain management offer many advantages, such as minimal side effects, low cost, and ease of application, leading to both workforce savings and reduced frequency of analgesic use (Overton et al. 2018). VR applications have been employed as a non-pharmacological treatment option to reduce both acute and chronic pain. Specifically, VR is presumed to disrupt the value of negative emotions associated with previous pain experiences by providing the user with an experience of being in a new environment, thus reframing the context positively. The more attention is drawn by VR application, the less attention remains for pain. VR interventions present unique opportunities to improve pain during hospitalizations, post-procedural and post-surgical care, and reduce exposure to opioids, interrupting the transition from acute to chronic pain and the evolution of excessive opioid use (Spiegel et al. 2019).

The effect of VR application, a technique of diverting attention, is stated to be associated with the gate control theory of pain. The analgesic effect is suggested to slow down pain stimuli reaching the reticular system in the brain, which produces inhibitory impulses involved in closing the gate. With the gate closed, pain signals cannot reach consciousness, and the sensation of pain is reduced. In other words, when patients feel immersed in the virtual environment, their attention shifts away from painful stimuli, the gate closes, and thus, the perception of pain decreases (Gökçe and Arslan 2023; Gold and Mahrer 2018). Unlike many analgesics that disrupt the C-fiber pathway transmitting nociceptive signals to the central nervous system, VR affects the perception of pain through attention, concentration, and emotional changes (Huang et al. 2022). It is important to note that the exact mechanisms by which VR therapy reduces pain are not fully understood, and further research is needed to precisely determine the underlying biological and neurological processes (Choi et al. 2023).

VR has demonstrated promising results as a distraction intervention during painful and stressful medical interventions in numerous clinical studies (Donegan et al. 2020). VR has been proven to be particularly effective in reducing procedural pain and is well-received by patients. However, existing studies are mostly small-scale, with few and rare observed side effects (Choi et al. 2023). Prabhu et al. (2020), utilizing a VR application prepared according to the distraction theory post-surgical intervention, detected a reduction in patients' pain, anxiety, and vital signs. In a clinical study involving 24 patients undergoing tooth extraction under local anesthesia, Mladenovic and Djordjevic (2021) reported that VR application effectively reduced patients' pain, anxiety, and pulse values. Deo et al. (2021) randomized the application of immersive VR during outpatient hysteroscopy against standard care and found significant differences in patients' pain and anxiety levels. Pandrangi et al. (2022) reported a significant reduction in post-intervention pain and opioid use when comparing the use of VR intervention in head and neck surgery to a similar 2D intervention. Ding et al. (2020) conducted a systematic review and meta-analysis of 8 randomized clinical trials using VR for postoperative pain, including procedures such as hemorrhoidectomy, dental surgery, craniotomy or spinal surgery, episiotomy repair, and knee surgery. They found that perioperative VR use led to a greater decrease in postoperative pain. Karaveli Çakır and Evirgen (2021) identified that VR application reduced patients' pain during colonoscopy procedures. In a systematic review and meta-analysis conducted by Lluesma-Vidal et al. (2022), VR was reported to be effective in distracting children from pain and fear during needle procedures when compared

to standard techniques. Phelan et al. (2023) emphasized the need for VR to be part of medical treatments for pain reduction in burn patients undergoing procedures such as wound debridement, dressing changes, and repeated painful therapeutic interventions. Also they suggested further studies to investigate the analgesic effect of providing VR exposure after completion of medical procedures, as an increase in pain was observed in the burn area when VR was not used post-dressing changes.

1.1.3. Virtual Reality in Anxiety Management in Surgical Procedures

Procedural and surgical interventions, whether planned or emergency, minor or major, can be a negative life experience for patients and their families, leading to anxiety. Particularly during the processes involving surgical applications and diagnostic procedures, significant concerns, fear of death, and anxiety are experienced (Türker and Bedük 2021). The role of healthcare professionals is crucial in seeking help for individuals with compromised psychological conditions and in the protection of healthy individuals. Healthcare professionals should be aware of the ongoing anxiety, provide support for individuals to use coping mechanisms specific to their situations, and contribute to the continuation of care and treatment (Gökçe and Arslan 2019). As highlighted in the systematic review conducted by Bordbar et al. (2020), non-pharmacological complementary methods have been reported to be significantly effective among anxiety coping methods. Ören (2018) examined situations in which 121 patients who underwent thoracic surgery experienced anxiety, stating that these situations resulted from uncontrollable, incomprehensible, unexpected conditions, leading to a sense of helplessness.

In a clinical setting, VR can modify the processing of cognitive and emotional impact signals in the central nervous system, reducing distress and anxiety levels. VR creates an effective emotion-focused coping strategy by incorporating attention-diverting techniques such as humor, relaxation, music, and imagination into cognitive-behavioral therapy to alleviate physical and psychological symptoms. By manipulating the environment and diverting attention away from unpleasant stimuli, VR becomes an effective emotion-focused coping strategy. With the increasing affordability, comprehensiveness, flexibility, and portability of VR technology, its proven effectiveness for patients makes it a preferable intervention in anxiety reduction efforts (Wang et al. 2022).

Moreover, systematic reviews and research have reported positive effects of VR application on anxiety and patient satisfaction (Ioannou et al. 2020; Chow et al. 2021). In a systematic review conducted by Ioannou and colleagues, evaluating published quantitative studies examining the

impact of VR application on four different symptoms related to cancer patients from 2000 to 2020, VR application was found to be more effective than the control group (i.e., standard care) in anxiety, depression, fatigue, and pain, becoming an interesting alternative in many cases (Ioannou et al. 2020). Chow et al. (2021) compiled research examining patients undergoing medical procedural interventions into a systematic review, concluding that the used VR application tends to improve pain and anxiety. Kim et al. (2023) found that exposure to VR reduced anxiety levels before endoscopic procedures and reported no side effects or incidents. However, Kodvavi et al. (2023) found in their systematic review and meta-analysis of 10 studies on VR application that, although patients undergoing medical procedures had lower pre-procedural anxiety levels compared to the control group, there was no statistical significance, but there was a significant decrease in post-procedural pain and anxiety. Kılıç and Tural Büyük (2024) determined in their randomized controlled study that the use of VR during burn wound dressing positively affected the physiological parameters of children and was effective in reducing fear, anxiety, and pain levels.

The most common treatment for anxiety disorders is represented by "in vivo exposure therapy" (iVET). Trials of Virtual Reality Exposure Therapy (VRET) have been conducted for anxiety-related disorders (Carl et al. 2019). In a meta-analysis comparing iVET and VRET, Carl et al. (2019) reported that the results were effective and equivalent. Gao et al. (2023) examined the effectiveness of VR distraction and exposure interventions in reducing preoperative anxiety in adult patients. VR distraction consisted of five studies, and VR exposure comprised six studies. The results demonstrated that VR could reduce preoperative anxiety in adult patients, with VR exposure appearing to be more effective.

1.1.4. Virtual Reality in Comfort Management in Surgical Procedures

Procedural and surgical interventions play a significant role in preserving individuals' health and extending their lives. Throughout these processes, various psychosocial and physiological challenges are encountered. Factors such as physical pain and hunger, especially experienced in the physiological dimension during procedural and surgical processes, negatively impact physiological mechanisms, reflecting on perioperative comfort levels (Gökçe and Arslan 2023; Carvalho et al. 2018). Psychosocial challenges, such as anxiety, restlessness, unfamiliar surroundings, and factors preventing a sense of comfort, interfere with comfort on a broader scale and disrupt the recovery process. Therefore, comfort measures primarily aim to improve and

maintain homeostasis, ensuring the patient's comfort (Gökçe and Arslan 2023; Carvalho et al. 2018).

In the application of the comfort theory overlapping with healthcare expertise, professionals play a crucial role despite the intense and stressful working environment. Identifying individuals' comfort needs, addressing these identified needs, reducing or eliminating anxiety, and implementing interventions to enhance comfort will be achieved through the fulfillment of professional roles (Harvey and Kovalesky 2018). Throughout this process, guided by Kolcaba's comfort theory, collecting data, planning and implementing interventions, and evaluating outcomes will enhance the quality of life. Specifically, addressing all comfort needs encompassing the pre, intra, and postoperative surgical processes will proportionally increase both comfort and satisfaction (Büyükünal Şahin and Rızalar 2018).

Patient comfort is one of the most critical indicators of care quality. Surgical procedures can lead to serious psychological problems for patients. These issues can result in a lack of collaboration between the patient and the medical team, prolonged surgical processes, and ultimately physiological complications. Enhancing patients' comfort and satisfaction is crucial to reduce these complications (Gökçe and Arslan 2023). When reviewing the literature, many studies report that managing pain and anxiety in patients increases comfort and satisfaction; however, it is often observed that comfort and satisfaction measurements are not typically conducted. Oshvandi et al. (2021) reported that applying non-pharmacological methods to patients with coronary artery disease increased their comfort levels and satisfaction. Sooriyaghandan et al. (2023) investigated the use of VR devices as a distraction method during flexible bronchoscopy to increase patient tolerance and satisfaction, finding positive effects. Jadmiko et al. (2022) examined the comfort levels of cancer patients using the "My Comfortable Environment" VR content based on Kolcaba's comfort theory and observed a significant increase. In contrast, Coulibaly et al. (2022) reported that virtual reality hypnosis (VRH) did not increase comfort levels in patients undergoing conscious sedation for electrophysiology and pacing procedures. The literature review reveals that many studies primarily focus on pain and anxiety, indicating the need for more research on comfort.

2. CONCLUSION

Healthcare professionals, driven by their professional responsibilities, implement evidence-based practices to enhance the quality of patient care by incorporating new methods. The use of VR technologies in the healthcare field contributes significantly to filling an important gap,

strengthening traditional treatment methods, and providing benefits to healthcare recipients in terms of time and cost. The increasing accessibility of VR equipment in recent years, its portability, and cost-effectiveness have made VR usage appealing in various patient groups. Many studies have shown its effectiveness in reducing pain and anxiety levels, increasing comfort and satisfaction, and its non-invasive nature, coupled with rare side effects further highlight the advantages of VR use as a complementary approach to standard care (Table 1). While challenges persist, the ongoing evolution of VR holds great promise for revolutionizing medical practices, improving patient outcomes, and ultimately contributing to the advancement of healthcare as a whole. To better understand the benefits and limitations of the VR method, there is a need for high-quality, adequately powered, low-bias, randomized controlled trials.

Table 1: Examples of Research on Virtual Reality Applications in Surgical Procedures

Author and Year	Objective	Method	Conclusion
Donegan et al. 2020	Evaluation of the effectiveness of VR in clinical pain management.	Systematic review and meta-analysis	A decrease in pain intensity and perceived stress levels was observed.
Caponnetto et al. (2021)	The effectiveness of VR therapy for the treatment of social anxiety disorder.	A systematic review	VR was found to be an effective method in the treatment of anxiety disorder.
Choi et al. (2023)	Effectiveness of VR-based rehabilitation therapy in reducing low back pain severity.	Systematic review and meta-analysis	VR has shown positive results in reducing pain intensity.
Spiegel et al. (2019)	Comparative effect of using VR for pain management in hospitalized patients.	A randomized comparative effectiveness trial	VR has emerged as an effective tool in pain management.
Gold and Mahrer (2018)	Impact of VR use during acute procedures in pediatric patients.	A randomized controlled trial	VR has been effective in pain management.
Huang et al. (2022)	Effectiveness of VR exposure therapy in pain management.	Systematic review and meta-analysis	It has been identified as an effective strategy for pain management.
Prabhu et al. (2020)	Impact of a VR experience based on Attention Repair Theory (ART) in Total Knee Arthroplasty (TKA) patients.	A randomized controlled trial	A significant reduction in patients' preoperative anxiety and postoperative pain has been reported.
Mladenovic and Djordjevic (2021)	Effects of VR application during two-stage tooth extraction under local anesthesia.	Two-stage prospective clinical trial with 74 participants	It was determined that VR application helped to reduce anxiety and acute pain levels of the patients.
Deo et al. (2021)	Comparison of immersive VR intervention and standard care during outpatient hysteroscopy.	Experimental group: 20 Control group: 20	VR as a distraction technique for the management of pain and anxiety in patients was found to be applicable, effective and acceptable in the clinical setting.
Pandrangi et al. (2022)	The effect of VR on pain management and opioid use in hospitalized patients after head and neck surgery.	Experimental group: 14 Control group: 16	It was found that the use of VR reduced pain scores up to 3 hours and opioid use up to 8 hours after surgery and increased satisfaction.
Ding et al. (2020)	Effects of VR on postoperative pain relief.	Systematic review and meta-analysis	Positive effects were found in 8 randomized clinical trials using VR for postoperative pain.
Karaveli Çakır and Evirgen (2021)	Impact of VR application during colonoscopy.	Experimental group: 30 Control group: 30	It has been shown to reduce patients' pain and anxiety.
Lluesma-Vidal et al. (2022)	The effect of using VR as a distraction measure during needle procedures in children.	Systematic review and meta-analysis	VR has been reported to be effective in reducing pain and fear.
Phelan et al. (2023)	Designing effective VR environments for pain management in burn injured patients and its impact on pain.	Three-stage research study	In addition to the effect of VR on pain reduction, it has been recommended to continue the use of VR after medical procedures are completed.
Wang et al. (2022)	Evaluation of outcome measures related to VR application in adult patients undergoing surgical procedures.	Systematic review	VR was found to have positive effects on analgesic use, vital signs, functional capacity, length of hospital stay, pain, anxiety and satisfaction level of patients.
Ioannou et al. (2020)	Effects of VR on symptoms experienced by cancer patients.	Systematic review	VR was found to be more effective for anxiety, depression, fatigue and pain compared to standard care.
Chow et al. (2020)	Evaluation of VR used to treat pain and anxiety in medical procedures and chemotherapy.	Systematic review	In the studies reviewed, it was reported that although VR application showed an improvement trend on pain and anxiety, more research is needed.
Kim et al. (2023)	The effect of exposing patients to VR before endoscopic procedures on their anxiety levels.	Experimental group: 20 Control group: 20	It has been reported to reduce patients' anxiety levels and no side effects occurred.
Kodvavi et al. (2023)	The effectiveness of VR in the management of pain and anxiety in adults in the periprocedural period.	Systematic review and meta-analysis	It was reported that the use of VR was not significantly associated with pre-procedure anxiety compared to standard care, while post-procedure pain and anxiety were significantly reduced.

Kılıç and Tural Büyük (2024)	Effects of VR use in pediatrics during burn dressing.	Experimental group: 32 Control group: 33	It has been determined that it positively affects the physiological parameters of children and is effective in reducing fear, anxiety and pain levels.
Carl et al. (2019)	Impact of VR exposure therapy for anxiety-related disorders.	Meta-analysis	The results of "in vivo exposure therapy" (iVET) and virtual reality exposure therapy (VRET) were found to be effective and equal.
Gao et al. (2023)	Evaluation and comparison of the effects of VR distraction and exposure interventions in reducing preoperative anxiety in adult patients.	Systematic review and meta-analysis	VR technology has been found to alleviate preoperative anxiety in adult patients through distraction or exposure, with exposure being more effective.
Sooriyaghandan ve ark (2023)	The effect of using VR as adjunctive therapy during flexible bronchoscopy.	Experimental group: 40 Control group: 40	It has been found to improve satisfaction and tolerability during flexible bronchoscopy.
Jadmiko et al. (2022)	The effects of "My Comfortable Environment" VR content developed based on Kolcaba's comfort theory on cancer patients.	Experimental group: 30 Control group: 30	They examined the comfort level of the patients and found a significant increase.
Coulibaly et al. (2022)	Effects of virtual reality hypnosis (VRH) in patients undergoing electrophysiology and pacing procedures under conscious sedation.	Experimental group: 25 Control group: 61	They reported that the comfort level of patients did not increase and standard care was preferred.

REFERENCES

Afridi, A., Nawaz, A. N., Tariq, H., & Rathore, F. A. (2022). The emerging role of virtual reality training in rehabilitation. *Journal of the Pakistan Medical Association, 72*(1), 188–191. https://doi.org/10.47391/JPMA.22-006

Bordbar, M., Fereidouni, Z., Morandini, M. K., & Kalyani, M. N. (2020). Efficacy of complementary interventions for management of anxiety in patients undergoing coronary angiography: A rapid systematic review. *Journal of Vascular Nursing, 38*(1), 9–17. https://doi.org/10.1016/j.jvn.2019.12.005

Bouraghi, H., Mohammadpour, A., Khodaveisi, T., Ghazisaeedi, M., Saeedi, S., & Familgarosian, S. (2023). Virtual reality and cardiac diseases: A systematic review of applications and effects. *Journal of Healthcare Engineering, 2023*, 8171057. https://doi.org/10.1155/2023/8171057

Büyükünal Şahin, P., & Rızalar, S. (2018). Perianesthesia comfort levels of the patients undergone operation and its affecting factors. *Health Sciences Proceedings, 5*(3), 404–413. https://doi.org/10.17681/hsp.395018

Caponnetto, P., Triscari, S., Maglia, M., & Quattropani, M. C. (2021). The simulation game—Virtual reality therapy for the treatment of social anxiety disorder: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(24), 13209. https://doi.org/10.3390/ijerph182413209

Carl, E., Stein, A. T., Levihn-Coon, A., Pogue, J. R., Rothbaum, B., Emmelkamp, P., Asmundson, G. J. G., Carlbring, P., & Powers, M. B. (2019). Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Anxiety Disorders, 61*, 27–36. https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2018.08.003

Carvalho, I., Martins, A., Gomes, C., Martins, T., Abelha, F., & Apóstolo, J. (2018). Development and psychometric evaluation of the Perioperative Comfort Scale. *Perioperative Care and Operating Room Management, 12*, 11–15. https://doi.org/10.1016/j.pcorm.2018.09.004

Choi, T., Heo, S., Choi, W., & Lee, S. (2023). A systematic review and meta-analysis of the effectiveness of virtual reality-based rehabilitation therapy on reducing the degree of pain experienced by individuals with low back pain. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(4), 3502. https://doi.org/10.3390/ijerph20043502

Chow, H., Hon, J., Chua, W., & Chuan, A. (2021). Effect of virtual reality therapy in reducing pain and anxiety for cancer-related medical procedures: A systematic narrative review. *Journal of Pain and Symptom Management, 61*(2), 384–394. https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2020.08.016

Combalia, A., Sanchez-Vives, M. V., & Donegan, T. (2024). Immersive virtual reality in orthopaedics—A narrative review. *International Orthopaedics, 48*(1), 21–30. https://doi.org/10.1007/s00264-023-05911-w

Coulibaly, I., Cardelli, L. S., Duflos, C., Moulis, L., Mandoorah, B., Nicoleau, J., Placide, L., Massin, F., Pasquié, J. L., & Granier, M. (2022). Virtual reality hypnosis in the electrophysiology lab: When human treatments are better than virtual ones. *Journal of Clinical Medicine, 11*(13), 3913. https://doi.org/10.3390/jcm11133913

Demirer, V., & Erbaş, Ç. (2015). Investigation of mobile augmented reality applications and evaluation of educational perspective. *Mersin University Journal of the Faculty of Education, 11*(3), 802–813. https://doi.org/10.17860/efd.29928

Deo, N., Khan, K. S., Mak, J., Allotey, J., Gonzalez Carreras, F. J., Fusari, G., & Benn, J. (2021). Virtual reality for acute pain in outpatient hysteroscopy: A randomised controlled trial. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology, 128*(1), 87–95. https://doi.org/10.1111/1471-0528.16377

Ding, L., Hua, H., Zhu, H., Zhu, S., Lu, J., Zhao, K., & Xu, Q. (2020). Effects of virtual reality on relieving postoperative pain in surgical patients: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery, 82*, 87–94. https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.08.033

Donegan, T., Ryan, B. E., Swidrak, J., & Sanchez-Vives, M. V. (2020). Immersive virtual reality for clinical pain: Considerations for effective therapy. *Frontiers in Virtual Reality, 1*, 9. https://doi.org/10.3389/frvir.2020.00009

Dowell, D., Haegerich, T. M., & Chou, R. (2016). CDC guideline for prescribing opioids for chronic pain—United States, 2016. *JAMA, 315*(15), 1624–1645. https://doi.org/10.001/jama.2016.1464

Gao, Y., Wang, N., & Liu, N. (2023). Effectiveness of virtual reality in reducing preoperative anxiety in adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Advanced Nursing, 79*(10), 3678–3690. https://doi.org/10.1111/jan.15743

Gökçe, E., & Arslan, S. (2019). Possible effect of video and written education on anxiety of patients undergoing coronary angiography. *Journal of PeriAnesthesia Nursing, 34*(2), 281–288. https://doi.org/10.1016/j.jopan.2018.06.100

Gökçe, E., & Arslan, S. (2023). Effects of virtual reality and acupressure interventions on pain, anxiety, vital signs and comfort in catheter extraction processes for patients undergoing coronary angiography: A randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Practice, 29*(6), e13176. https://doi.org/10.1111/ijn.13176

Gold, J. I., & Mahrer, N. E. (2018). Is virtual reality ready for prime time in the medical space? A randomized control trial of pediatric virtual reality for acute procedural pain management. *Journal of Pediatric Psychology, 43*(3), 266–275. https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsx129

Hamad, A., & Jia, B. (2022). How virtual reality technology has changed our lives: An overview of the current and potential applications and limitations. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(18), 11278. https://doi.org/10.3390/ijerph191811278

Harvey, K. A., & Kovalesky, A. (2018). Post-operative pain and comfort in children after heart surgery: A comparison of nurses and families pre-operative expectations. *Journal of Pediatric Nursing, 43*, 9–15. https://doi.org/10.1016/j.pedn.2018.07.014

Huang, Q., Lin, J., Han, R., Peng, C., & Huang, A. (2022). Using virtual reality exposure therapy in pain management: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Value in Health, 25*(2), 288–301. https://doi.org/10.1016/j.jval.2021.04.1285

Ioannou, A., Papastavrou, E., Avraamides, M. N., & Charalambous, A. (2020). Virtual reality and symptoms management of anxiety, depression, fatigue, and pain: A systematic review. *SAGE Open Nursing, 6*, 1–13. https://doi.org/10.1177/2377960820936163

Jadmiko, A. W., Kristina, T. N., Sujianto, U., Prajoko, Y. W., Dwiantoro, L., & Widodo, A. P. (2022). A quasi-experimental of a virtual reality content intervention for level of comfort of Indonesian cancer patients. *Computers, Informatics, Nursing, 40*(12), 841–847. https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000953

Karaveli Çakır, S., & Evirgen, S. (2021). The effect of virtual reality on pain and anxiety during colonoscopy: A randomized controlled trial. *Turkish Journal of Gastroenterology, 32*(5), 451–457. https://doi.org/10.5152/tjg.2021.191081

Kılıç, U., & Tural Büyük, E. (2024). The effect of using virtual reality headset during burn dressing on pain, anxiety and fear felt in children: A randomized controlled trial. *Journal of Burn Care & Research*. https://doi.org/10.1093/jbcr/irae005

Kim, Y., Yoo, S. H., Chun, J., Kim, J. H., Youn, Y. H., & Park, H. (2023). Relieving anxiety through virtual reality prior to endoscopic procedures. *Yonsei Medical Journal, 64*(2), 117–122. https://doi.org/10.3349/ymj.2022.0319

Kodvavi, M. S., Asghar, M. A., Ghaffar, R. A., Nadeem, I., Bhimani, S., Kumari, V., Rabbani, A., Iqbal, M., Naeem, R., Nasir, A. M., Hassan, S. S., & Ghazni, M. S. (2023). Effectiveness of virtual reality in managing pain and anxiety in adults during periprocedural period: A systematic review and meta-analysis. *Langenbeck's Archives of Surgery, 408*(1), 301. https://doi.org/10.1007/s00423-023-03046-5

Lluesma-Vidal, M., Carcelén González, R., García-Garcés, L., Sánchez-López, M. I., Peyro, L., & Ruiz-Zaldibar, C. (2021). Effect of virtual reality on pediatric pain and fear during procedures involving needles: Systematic review and meta-analysis. *JMIR Serious Games, 9*(4), e26557. https://doi.org/10.2196/26557

Mladenovic, R., & Djordjevic, F. (2021). Effectiveness of virtual reality as a distraction on anxiety and pain during impacted mandibular third molar surgery under local anesthesia. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery, 122*(4), e15–e20. https://doi.org/10.1016/j.jormas.2021.03.009

Ören, B. (2018). Factors affecting the comfort and anxiety level of patients who underwent thoracic surgery. *Health Sciences Proceedings, 5*(3), 324–332. https://doi.org/10.17681/hsp.409359

Oshvandi, K., Movaheditabar, E., Naghshtabrizi, B., Mohammadi, Y., & Shamsizadeh, M. (2021). The effect of video-based educational program on satisfaction and comfort in patients undergoing transradial coronary angiography: A single-blinded, randomized controlled trial. *Journal of Vascular Nursing, 39*(2), 27–32. https://doi.org/10.1016/j.jvn.2021.01.001

Overton, H. N., Hanna, M. N., Bruhn, W. E., Hutfless, S., Bicket, M. C., Makary, M. A., & Opioids After Surgery Workgroup. (2018). Opioid-prescribing guidelines for common surgical procedures: An expert panel consensus. *Journal of the American College of Surgeons, 227*(4), 411–418. https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2018.07.659

Pandrangi, V. C., Shah, S. N., Bruening, J. D., Wax, M. K., Clayburgh, D., Andersen, P. E., & Li, R. J. (2022). Effect of virtual reality on pain management and opioid use among hospitalized patients after head and neck surgery: A randomized clinical trial. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery, 148*(8), 724–730. https://doi.org/10.1001/jamaoto.2022.1121

Phelan, I., Furness, P. J., Matsangidou, M., Babiker, N. T., Fehily, O., Thompson, A., Carrion-Plaza, A., & Lindley, S. A. (2023). Designing effective virtual reality environments for pain management in burn-injured patients. *Virtual Reality, 27*(1), 201–215. https://doi.org/10.1007/s10055-021-00552-z

Porpiglia, F., Checcucci, E., Amparore, D., Autorino, R., Piana, A., Bellin, A., Piazzolla, P., Massa, F., Bollito, E., Gned, D., De Pascale, A., & Fiori, C. (2019). Augmented-reality robot-assisted radical prostatectomy using hyper-accuracy three-dimensional reconstruction (HA3D™) technology: A radiological and pathological study. *BJU International, 123*(5), 834–845. https://doi.org/10.1111/bju.14549

Prabhu, V. G., Stanley, L., & Morgan, R. (2020). A biofeedback enhanced adaptive virtual reality environment for managing surgical pain and anxiety. *International Journal of Semantic Computing, 14*(3), 375–393. https://doi.org/10.1142/S1793351X20400152

Riva, G., & Gaggioli, A. (2019). *Realtà virtuali: gli aspetti psicologici delle tecnologie simulative e il loro impatto sull'esperienza umana*. Giunti Psychometrics. https://hdl.handle.net/10807/147057

Saab, M. M., Hegarty, J., Murphy, D., & Landers, M. (2021). Incorporating virtual reality in nurse education: A qualitative study of nursing students' perspectives. *Nurse Education Today, 105*, 105045. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2021.105045

Schoeb, D. S., Rassweiler, J., Sigle, A., Miernik, A., Engels, C., Goezen, A. S., & Teber, D. (2021). Robotics and intraoperative navigation. *Der Urologe, 60*, 27–38. https://doi.org/10.1007/s00120-020-01405-4

Shafi, S., Collinsworth, A. W., Copeland, L. A., Ogola, G. O., Qiu, T., Kouznetsova, M., Liao, I. C., Mears, N., Pham, A. T., Wan, G. J., Masica, A. L. (2018). Association of opioid-related adverse drug events with clinical and cost outcomes among surgical patients in a large integrated health care delivery system. *JAMA Surgery*, *153*(8), 757–763. https://doi.org/10.1001/jamasurg.2018.1039

Snoswell, A. J., & Snoswell, C. L. (2019). Immersive virtual reality in health care: Systematic review of technology and disease states. *JMIR Biomedical Engineering*, *4*(1), e15025.

Sooriyaghandan, I. V., Mohamad Jailaini, M. F., Nik Abeed, N. N., Ng, B. H., Yu-Lin, A. B., Shah, S. A., & Abdul Hamid, M. F. (2023). Satisfaction and tolerability using virtual reality (VR) as adjunctive treatment during flexible bronchoscopy: A randomized control trial. *BMC Pulmonary Medicine*, *23*(1), 10. https://doi.org/10.1186/s12890-023-02304-y

Sparwasser, P., Haack, M., Frey, L., Haferkamp, A., & Borgmann, H. (2022). Virtual und augmented reality in der Urologie [Virtual and augmented reality in urology]. *Urologe A*, *61*(2), 133–141. https://doi.org/10.1007/s00120-021-01734-y

Spiegel, B., Fuller, G., Lopez, M., Dupuy, T., Noah, B., Howard, A., Albert, M., Tashjian, V., Lam, R., Ahn, J., Dailey, F., Rosen, B. T., Vrahas, M., Little, M., Garlich, J., Dzubur, E., IsHak, W., & Danovitch, I. (2019). Virtual reality for management of pain in hospitalized patients: A randomized comparative effectiveness trial. *PLoS ONE*, *14*(8), e0219115. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219115

Türker, E., & Bedük, T. (2021). Determination of anxiety levels of coronary angiography patients and their spouses. *Eurasian Journal of Health Sciences*, *4*(2), 80–90.

Verhey, J. T., Haglin, J. M., Verhey, E. M., & Hartigan, D. E. (2020). Virtual, augmented, and mixed reality applications in orthopedic surgery. *International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, *16*, e2067. https://doi.org/10.1002/rcs.2067

Wang, S., Lim, S. H., & Aloweni, F. B. A. B. (2022). Virtual reality interventions and the outcome measures of adult patients in acute care settings undergoing surgical procedures: An integrative review. *Journal of Advanced Nursing*, *78*(3), 645–665. https://doi.org/10.1111/jan.15065

Yılmaz, E. D., & Dinçer, N. Ü. (2022). Using virtual reality in procedural pain management. *Journal of Hacettepe University Faculty of Nursing*, *9*(1), 109–114. https://doi.org/10.31125/hunhemsire.1102099

DAVRANIŞ BAĞIMLILIĞI VE HEMŞİRELİK UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Gökçe DEMİR
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Kırşehir, Turkiye.
ORCID: 0000-0003-3674-9980
Akile EREN
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans öğrencisi, Kırşehir, Turkiye
ORCID: 0009-0004-2447-2069

ÖZET

Bu çalışmada amaç, davranış bağımlılığı ve türleri hakkında literatür bilgisi sunmak ve davranış bağımlılığı yaşayan bireylere yönelik ne tür hemşirelik uygulamalarının gerçekleştirilebileceğini ele almaktır. Davranış bağımlılığı ve hemşirelik uygulamalarının incelenmesi için literatür taranarak yapılan derleme çalışmasıdır. Literatür taranırken "bağımlılık, davranış bağımlılığı, hemşirelik, hemşirelik girişimleri" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Hem Türkçe hem de İngilizce literatür taranmıştır. Amerikan Psikiyatri Birliği'nin Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal Sınıflandırmasına (DSM-5) patolojik kumar bağımlılığı dahil edilirken; kleptomani, patolojik deri yolma, cinsel bağımlılık, alışveriş bağımlılığı, internet bağımlılığı ve yeme bağımlılığı dahil edilmemiştir. Ancak literatürde yapılan çalışmalarda bu bağımlılık türlerine de yer verilmiştir. Yapılan literatür taraması sonucunda bu bağımlıkların genel nüfustaki yaygınlıkları sırasıyla; patolojik kumar bağımlılığı %0,12- 5,8, kleptomani %0,6, patolojik deri yolma %1,4 - %5,4, cinsel bağımlılık %3 - %6, alışveriş bağımlılığı %1,8 - %8,1, internet bağımlılığı %14,81, yeme bağımlılığı %8 - %25 olarak saptanmıştır. Davranış bağımlılığı gösteren bireylere yapılan hemşirelik uygulamaları; bağımlılık konusunda topluma ve bireye farkındalık kazandırmak, psikolojik sağlığı koruma ve geliştirme konusunda danışmanlık sunmak ve karar verme sürecinde olan bireyi desteklemektir. Davranış bağımlılığı ciddi bir halk sağlığı sorunudur. Zamanla görülme yaygınlığı artış göstermektedir. Hemşireler bağımlılık davranışı gösteren ve gösterme riski olabilecek grupları tespit edip uygun eğitim ve uygulamaları yürütmelidir. Halk sağlığı hemşireleri davranış bağımlılığı prevalanslarının belirlenmesine yönelik güncel çalışmalar yapmalıdır.

Anahtar Kelimeler: bağımlılık, davranış bağımlılığı, hemşirelik, hemşirelik uygulama

A REVIEW ON BEHAVIOURAL ADDICTION AND NURSING PRACTICES

ABSTRACT

The aim of this study is to provide literature information about behaviour addiction and its types and to discuss what kind of nursing practices can be performed for individuals with behaviour

addiction.This is a review study conducted by reviewing the literature to examine behavioural addiction and nursing practices. The key words ‘addiction, behavioural addiction, nursing, nursing interventions’ were used in the literature review. Both Turkish and English literature were reviewed. Pathological gambling addiction is included in the American Psychiatric Association's Diagnostic and Statistical Classification of Mental Disorders (DSM-5), while kleptomania, pathological skin picking, sexual addiction, shopping addiction, internet addiction and eating addiction are not. However, these addiction types were also included in the studies conducted in the literature. As a result of the literature review, the prevalence of these addictions in the general population was found as follows; pathological gambling addiction 0.12% - 5.8%, kleptomania 0.6%, pathological skin picking 1.4% - 5.4%, sexual addiction 3% - 6%, shopping addiction 1.8% - 8.1%, internet addiction 14.81%, eating addiction 8% - 25%. Nursing practices for individuals with behavioural addiction are to raise awareness of the society and the individual about addiction, to provide counselling on protecting and improving psychological health and to support the individual in the decision-making process. Behavioural addiction is a serious public health problem. Its prevalence increases over time. Nurses should identify groups that show addictive behaviour and may be at risk of showing addictive behaviour and carry out appropriate training and practices. Public health nurses should conduct current studies to determine the prevalence of behavioural addiction.

Keywords: addiction, behaviour addiction, nursing, nursing practices.

1.GİRİŞ

Amerikan Psikiyatri Birliğine (APA) göre bağımlılık, bireyin bir madde veya davranışı olumsuz sonuçlarına rağmen bırakamaması, kontrolünü kaybetmesi ve yoksunluk belirtileri göstermesiyle tanımlanan bir bozukluktur (1). Davranış bağımlılığı; bir davranışı yineleyen aralıklarla gerçekleştirip kontrolünü kaybetmesine yol açan bozukluktur (1). Davranışsal bağımlılık; keyif verici davranış gibi gözüktüğü için başlangıçta sorun yaratmayabilir (2,3). Ancak zamanla bireylerde depresyon, anksiyete, uyku bozuklukları, madde kullanımı, obsesif kompulsif bozukluk (OKB) ve yeme bağımlılıkları gibi sorunlar yaratabilmektedir (3).

Amerikan Psikiyatri Birliği’nin Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal Sınıflandırmasına (DSM-5) patolojik kumar bağımlılığı dahil edilirken; kleptomani, patolojik deri yolma, cinsel bağımlılık, alışveriş bağımlılığı, internet bağımlılığı ve yeme bağımlılığı dahil edilmemiştir. Ancak literatürde yapılan çalışmalarda bu bağımlılık türlerinden de bahsedilmiştir.

Bu derleme davranış bağımlılığı ve türleri hakkında literatür bilgisi sunmak ve davranış bağımlılığı yaşayan bireylere yönelik ne tür hemşirelik uygulamalarının gerçekleştirilebileceğini ele almak amacıyla yazılmıştır.

2.YÖNTEM

Davranış bağımlılığı ve hemşirelik uygulamalarının incelenmesi için literatür taranarak yapılan derleme çalışmasıdır. Literatür taranırken "bağımlılık, davranış bağımlılığı, hemşirelik, hemşirelik girişimleri" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Hem Türkçe hem de İngilizce literatür taranmıştır.

3.BULGULAR

Davranış bağımlılığı; bir davranışı yineleyen aralıklarla gerçekleştirip kontrolünü kaybetmesine yol açan bozukluktur (1). Amerikan Psikiyatri Birliği'nin Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal Sınıflandırmasına (DSM-5) patolojik kumar bağımlılığı dahil edilirken; kleptomani, patolojik deri yolma, cinsel bağımlılık, alışveriş bağımlılığı, internet bağımlılığı ve yeme bağımlılığı dahil edilmemiştir. Ancak literatürde yapılan çalışmalarda bu bağımlılık türlerinden de bahsedilmiştir. Aşağıdaki tabloda bu bağımlılıkların genel nüfustaki yaygınlıkları gösterilmiştir.

BAĞIMLILIK TÜRÜ	**GÖRÜLME YAYGINLIĞI**
Patolojik Kumar Bağımlılığı	%0,12 - %5,8
Kleptomani	%0,6
Patolojik Deri Yolma	%1,4 - %5,4
Cinsel Bağımlılık	%3 - %6
Alışveriş Bağımlılığı	%1,8 - %8,1
İnternet Bağımlılığı	%14,81
Yeme Bağımlılığı	%9

3.1.Davranış Bağımlılığı Türleri

Amerikan Psikiyatri Birliği'nin Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal Sınıflandırmasına (DSM-5) patolojik kumar bağımlılığı dahil edilirken; kleptomani, patolojik deri yolma, cinsel

bağımlılık, alışveriş bağımlılığı, internet bağımlılığı ve yeme bağımlılığı dahil edilmemiştir. Ancak literatürde yapılan çalışmalarda bu bağımlılık türlerinden de bahsedilmiştir.

3.1.1.Patolojik Kumar Bağımlılığı

Kumar oyunları genellikle eğlenmek için tercih edilen sosyal aktivitedir (12). Ancak kumar oynama sonrası olumsuz sonuçlar olmasına rağmen durumu bırakamamak problemli davranışa dönüşmesine sebep olmaktadır (13). Patolojik kumar bağımlılığı kavramı ruh sağlığı tanı kitabına ilk olarak dürtü kontrol bozukluğu olarak girmiştir (14). Sonrasında ise kumar bağımlılığı; bireyin yaşadığı olumsuz kişisel ve sosyal sonuçlara rağmen hala oynamaya devam etmesi, bu durumdan vazgeçememesi olarak tanımlanıp Patolojik Kumar Bağımlılığı olarak adlandırılmıştır (1,15).

Uluslararası çalışmalara baktığımızda patolojik kumar bağımlılığı yaygınlığı yetişkinler arasında %0,12 ile %5,8 arasında değişmektedir (4). Bu değer üniversite öğrencilerinde %5.19 ile %7.07 arasında, adölesanlarda ise bu değer %0.2 ile %12.3 arasında değişmektedir (16,17). Bu çalışmalar sonucunda gençlerde yetişkinlerden daha fazla kumar bağımlılığı görüldüğü sonucuna varılmıştır. Türkiye'de yapılan çalışmalara bakıldığında ise; Yeşilay İstanbul ilinde yaptığı bir çalışmada lise öğrencilerinde yaygınlığı %7 olarak saptamıştır (18) . Yapılan farklı bir çalışmada ise Türkiye'de yaşayan 18-50 yaş aralığında değişen 5 milyon kişinin yılda 50 milyar TL kumar oynadığı saptanmıştır (18).

3.1.2.Kleptomani

Kleptomani; tekrarlayacak biçimde maddi ya da kişisel ihtiyaç olarak duyulmayan nesneleri çalma isteğini bastıramamasından kaynaklanan dürtü bozukluğudur (19). Çalma eylemine geçmeden önce bireyde gerginlik artar, çalma eylemi sırasında keyif alma durumu ortaya çıkarken, çalma eylemi sonrasında bu duygular yerini korku ve pişmanlığa bırakır (20).

Kleptomani görülme sıklığı genel nüfusta %0,6 olarak saptanmıştır (5). Kleptomani bozukluğu genellikle ergenlik döneminde ortaya çıktığı ve bazı bireylerde bu bozukluğun yaşam boyu devam ettiği görülmektedir (20). Yapılan çalışmalar kleptomani bozukluğunun kadınlarda erkeklere oranla daha fazla olduğunu ortaya koymuştur (19,20,21).

3.1.3.Patolojik Deri Yolma

Deri yolma bozukluğu dermatolojik bir problem olmaksızın, deri dokusunda hasara yol açacak biçimde yineleyici şekilde yolunmasıdır (22). Bu bireyler daha çok sivilce, yara kabuğu, nasır gibi deri lezyonlarını yolarlar (22). Deri yolma bozukluğuna sahip olan kişilere bazen OKB, bazen de

dürtü bozukluğu tanısı koyulmaktadır. Ancak DSM-5'te "Obsesif kompulsif bozukluk ve ilişkili bozukluklar" kategorisinde "Deri Yolma Bozukluğu" adıyla yer almaktadır (1).

Deri yolma bozukluğunun genel nüfustaki yaygınlığı %1,4 -%5,4 arasındadır (6). Keuthen ve arkadaşları, 105 üniversite öğrencisiyle yaptıkları çalışmalarında, kendilerine zarar verecek düzeyde olmamakla beraber, öğrencilerin %78,1'inin derilerini yolduklarını, ancak bunu sadece %3,8'inin patolojik düzeye ulaşan deri yolma olduğunu belirlemişlerdir (23). Bohne ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise, 133 öğrencide deri yolma yaygınlığını %4,6 olarak bulmuşlardır(24).

3.1.4.Cinsel Bağımlılık

Cinsel bağımlılık, bireyin cinsel dürtü ve davranışlarının günlük hayatını etkileyecek biçimde olması ve olumsuz sonuçlara rağmen yineleyici biçimde devam ettirmesidir (25). Cinsel davranış birey için hem keyif almak hem de içsel rahatsızlıklardan kaçmak için bir yoldur (26). Çocukluk travmaları, cinselliğin kötü duygulardan kaçma yöntemi olarak görülmesi ve biyolojik ve nörobiyolojik mekanizmalar cinsel bağımlılığın ortaya çıkma nedenleri arasında gösterilmektedir (27).

Türkiye'de cinsel bağımlılık yaygınlığı ile ilgili net bir epidemiyolojik çalışmanın neredeyse hiç yapılmadığı belirtilmiştir (27). Dünya genelinde ise cinsel bağımlılık yaygınlığının %3 ve %6 arasında değiştiği belirtilmiştir (8). Ayrıca yapılan çalışmada erken yaşta travma yaşamış bireylerde cinsel bağımlılık gelişme riskinin arttığı saptanmıştır (28).

3.1.5.Alışveriş Bağımlılığı

Alışveriş bağımlılığı; belirgin şekilde satın alma güdüsüyle ortaya çıkan ve dizginlenmediği zaman maddi ve sosyal sorunları ortaya çıkaran dürtülere bağlı davranış bağımlılığıdır (29). Alışveriş bağımlılığında satın alınan üründen çok satın almanın verdiği bir keyif söz konusudur (30). Bu durumda bireyler satın alma ve para harcamayı çok fazla istemekle birlikte; fırsatları kaçırdıklarında da üzüntü duymaktadırlar (31). Ayrıca bu bireyler genellikle satın aldıkları ürünleri kullanmamaktadırlar (31).

Uluslararası çalışmalara bakıldığında alışveriş bağımlılığı yaygınlığının %1,8 ila %8,1 arasında değiştiği görülmektedir (9). Yapılan farklı bir çalışmada ise alışveriş bağımlılığının erkek ve kadınlarda görülme oranının eşit olduğu belirtilmiştir (32). Ülkeler ve yaş grubu bazındaki oranlara bakıldığında; Amerika Birleşik Devleti'nde %6, Almanya'da %7, İtalya'da %11 oranları ortaya çıkmıştır ayrıca gençlerin yetişkinlere göre alışveriş bağımlısı olma eğiliminin daha yüksek olduğu

saptanmıştır (33). Türkiye'de yapılmış çalışmalarda ise online (çevrimiçi) alışveriş bağımlılığının gençlerde daha yaygın olduğu görülmüş ve 2023 Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre de bu oranın %49,5 olduğu bildirilmiştir (34,35).

3.1.6.İnternet Bağımlılığı

İnternet bağımlılığı da diğer bağımlılıklar gibi bir davranışsal bağımlılıktır. Bireyin internet kullanımı günden günde artış gösteriyorsa, internete bağlanma isteğin önüne geçemiyorsa, internete bağlı olmadığı zamanlarda sıkıntı, huzursuzluk yaşıyorsa, bireyin fiziksel, ruhsal sağlığını ve sosyal yaşantısında olumsuzluklar yaratıyorsa bireyde internet bağımlılığından söz edebiliriz (36). Ayrıca bağımlılık davranışında haftada 40-80 saat internet kullanımı söz konusudur(36). İnternet bağımlılığına eşlik eden bazı psikolojik sorunlar vardır bunlar; depresyon, dikkat eksikliği, OKB ve anksiyete bozukluğu olarak sıralanabilir (37,38).

Uluslararası yapılan çalışmalara bakıldığında internet bağımlılığının genel nüfustaki yaygınlığı %14,81'dir (10). Yapılan başka bir çalışmada ise internet bağımlılığının erkeklerde kadınlara oranla daha fazla olduğu saptanmıştır (39). Norveç'te 16-72 yaş grubundaki bireylerle yapılan çalışmada ise internet bağımlılığı yaygınlığı %5,2 olarak bulunmuştur. 19-29 yaş aralığındaki bireylerin en yüksek internet kullanımında olduğu saptanmıştır. Ayrıca internet kullanımı arttıkça uyku sorunları, depresyon, ekonomik sorunlar ve bazı psikolojik sıkıntıların da ortaya çıktığı belirtilmiştir (40).

Ülkemizde yapılan çalışmalarda ise internet bağımlılığı yaygınlığı %14,4 olarak ortaya çıkmıştır (41). Ergenlerde yapılan çalışmada ise bu yaygınlık %4,1 olarak saptanmıştır (42).

3.1.7.Yeme Bağımlılığı

Yeme bağımlılığı karhonhidrattan zengin; özellikle tatlı, çikolata şekerleme gibi yiyecekleri sürekli istek hali ve karşı koyamama durumu olarak tanımlanmaktadır (43). Bazı çalışmalar yeme bağımlılığının duygulardan kaynaklı ortaya çıktığını göstermektedir (44). Yeme bağımlılığı yaşayan bireyleri yemek yemeye iten bazı nedenler vardır. Bunlar; özgüven eksikliği, depresyon, ekonomik durum, aile ve toplumdaki bireylerle iletişim eksikliğidir (45).

Uluslararası yapılan çalışmalara bakıldığında yeme bağımlılığının genel nüfustaki yaygınlığı %9'dur (11). Adölesan grupla yapılmış bir çalışmada yeme bağımlılığının depresyonla ilişkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucu ergenlerden %12'sinde yeme bağımlılığı tespit edilmiş olup yeme bağımlılığı yaşayanların %5'inde de depresyon görülmüştür (46). Lübnan'da 644 üniversite

öğrencisiyle yapılan başka bir çalışmada ise yeme bağımlılığı oranı %10,1 bulunmuş ve yeme bağımlılığı yaşayan öğrencilerin %81,2'sinin de uyku kalitesinin kötü olduğu belirtilmiştir (47).

3.2.Davranış Bağımlılığında Hemşirelik Uygulamaları

Davranış bağımlılığı bir halk sağlığı problemidir ve multidisipliner bir yaklaşım gerektirmektir (2). Özellikle psikiyatri ve halk sağlığı hemşirelerinin rol ve sorumlulukları çok önemlidir. Davranış bağımlılığında hemşirenin asıl amacı bireye farkındalık kazandırmak ve olumsuzluklarla yüzleşmesini sağlamaktır (2, 48).

Hemşire davranış bağımlılığı yaşayan bireye yönelik uygun hemşirelik tanılarını belirlemelidir. Konulabilecek bazı tanılar; dürtü kontrolünde etkisizlik, uyku örüntüsünde bozulma, anksiyete, etkisiz bireysel başetme, seksüel disfonksiyon, iletişimde bozulma, rol performansında değişim, umutsuzluk, güçsüzlük olarak sıralanabilir (49). Hemşire koyduğu bu tanılar doğrultusunda davranış bağımlılığı yaşayan bireye uygun olan bakım hizmetini sunmalıdır.

Genel olarak davranış bağımlılığı gösteren bireylere yapılan hemşirelik uygulamaları; bağımlılık konusunda topluma ve bireye farkındalık kazandırmak, psikolojik sağlığı koruma ve geliştirme konusunda danışmanlık sunmak ve karar verme sürecinde olan bireyi desteklemek olarak sıralanabilir (2,49)

4.SONUÇ

Davranış bağımlılığı ciddi bir halk sağlığı sorunudur. Zamanla görülme yaygınlığı artış göstermektedir. Hemşireler bağımlılık davranışı gösteren ve gösterme riski olabilecek grupları tespit edip uygun eğitim ve uygulamaları yürütmelidir. Halk sağlığı hemşireleri davranış bağımlılığı prevalanslarının belirlenmesine yönelik güncel çalışmalar yapmalıdır.

Kaynaklar

1. American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). American Psychiatric Publishing.
2. Ayakdaş Dağlı, D., & Yüyen, M. N. (2023). Davranışsal bağımlılıklar ve hemşirelik yaklaşımı. *Bağımlılık Dergisi*, *24*(1), 104–112. https://doi.org/10.51982/bagimli.1086045
3. Yektaş Ç, Yüncü Z. Teknoloji Bağımlılığı: Çocuk ve Ergenlerde Tanı, Epidemiyoloji ve Klinik Özellikler. Özçetin A (çeviren). 1. Baskı, Ankara: Türkiye Klinikleri, 2021: 50-57.
4. Calado, F., & Griffiths, M. D. (2016). Problem gambling worldwide: An update and systematic review of empirical research (2000-2015). *Journal of behavioral addictions*, *5*(4), 592–613. https://doi.org/10.1556/2006.5.2016.073
5. Grant JE, Kim SW. Clinical characteristics and associated psychopathology of 22 patients with kleptomania. Compr Psychiatry 2002; 43:378-84.
6. Machado, M. O., Köhler, C. A., Stubbs, B., Nunes-Neto, P. R., Koyanagi, A., Quevedo, J., Soares, J. C., Hyphantis, T. N., Marazziti, D., Maes, M., Stein, D. J., & Carvalho, A. F. (2018). Skin picking disorder: prevalence, correlates, and associations with quality of life in a large sample. *CNS spectrums*, *23*(5), 311–320. https://doi.org/10.1017/S1092852918000871

7. Alfahaad, H., Aldehri, M., Alsaiari, S. A., Asiri, F., Alfataih, M., & Alahmari, S. (2024). Exploring skin picking disorder: aetiology, treatment, and future directions. *Postepy dermatologii i alergologii*, *41*(6), 545–551. https://doi.org/10.5114/ada.2024.142579
8. Karila, L., Wéry, A., Weinstein, A., Cottencin, O., Petit, A., Reynaud, M., & Billieux, J. (2014). Sexual addiction or hypersexual disorder: different terms for the same problem? A review of the literature. *Current pharmaceutical design*, *20*(25), 4012–4020. https://doi.org/10.2174/13816128113199990619
9. Black D. W. (2007). Compulsive buying disorder: a review of the evidence. *CNS spectrums*, *12*(2), 124–132. https://doi.org/10.1017/s1092852900020630
10. Meng, S. Q., Cheng, J. L., Li, Y. Y., Yang, X. Q., Zheng, J. W., Chang, X. W., Shi, Y., Chen, Y., Lu, L., Sun, Y., Bao, Y. P., & Shi, J. (2022). Global prevalence of digital addiction in general population: A systematic review and meta-analysis. *Clinical psychology review*, *92*, 102128. https://doi.org/10.1016/j.cpr.2022.102128
11. Vasiliu O. (2022). Current Status of Evidence for a New Diagnosis: Food Addiction-A Literature Review. *Frontiers in psychiatry*, *12*, 824936. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.824936
12. Stucki S, Rihs-Middel M. Prevalence of adult problem and pathological gambling between 2000 and 2005: An update. J Gambl Stud 2007; 23(3): 245–257. 2.
13. Meyer G, Hayer T, Griffiths M. Problem Gambling in Europe: Challenges, Prevention, and Interventions. New York, NY: Springer, 2009. 3.
14. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM-III. Washington, DC:
15. American Psychiatric Association, 1980. 4. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM-IV. Washington, DC: American Psychiatric Association, 2000
16. Nowak DE. A meta-analytical synthesis and examination of pathological and problem gambling rates and associated moderators among college students. J Gambl Stud 2017; 34 (2): 465–498.
17. Calado F, Alexandre J, Griffiths MD. Prevalence of adolescent problem gambling: A Systematic review of recent research. J Gambl Stud 2017; 33 (2): 397-424.
18. Öztürk M, Ögel K, Evren C, Bilici R. Bağımlılık. İstanbul: Yeşilay Yayınları, 2019
19. Hocaoğlu C, Kandemir G. The use of SSRI (Selective Serotonin Reuptake Inhibitors) in kleptomania treatment: case reports. Bulletin of Clinical Psychopharmacology. 2004; 14(4): 204-208
20. Çalıyurt O. Kleptomani. Turkiye Klinikleri J Psychia¬try-Special Topics 2009; 2: 46-56.
21. Grant JE, Potenza MN. Gender-related differences in individuals seeking treatment for kleptomania. CNS Spectr 2008; 13:235-45
22. Odlaug BL, Grant JE. Clinical characteristics and medical complications of pathologic skin picking. Gen Hosp Psychiatry 2008; 30:61-66
23. Keuthen NJ, Deckersbach T, Wilhelm S, Hale E, Fraim C, Baer L et al. Repetitive skin-picking in a student population and comparison with a sample of self-injurious skin-pickers. Psychosomatics2000; 41:210-215.
24. Bohne A, Wilhelm S, Keuthen NJ, Baer L, Jenike MA Skin picking in German students: prevalence, phenomenology and associated characteristics. Behav Modif 2002; 26:320-339.
25. Goodman, A. (1993). Diagnosis and treatment of sexual addiction. *Journal of Sex & Marital Therapy, 19*(3), 225–251.
26. Goodman, A. (1998). Sexual addiction: Diagnosis and treatment. *Psychiatric Times, 15*(10), Article 10.
27. Kızılok, G. E. (2021). Cinsel bağımlılık: Tanımı, etiyolojisi ve tedavisi. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar / Current Approaches in Psychiatry, 13*(3), 394–411.

28. Wainberg, M. L., Marcus, S. M., Hansel, T. C., Yuen, C., & Pinto, D. (2022). Early-life trauma, negative and positive life events, compulsive sexual behavior disorder and risky sexual action tendencies among young women with substance use disorder. *Addictive Behaviors, 129*, 107258.
29. Schlosser, S, Black, D.W, Repertinger, S, Freet, D, Compulsive buying, *General Hospital Psychiatry*, 1994, *16*(3), 205–212.
30. Ayakdaş Dağlı, D., & Yüyen, M. N. (2023). Davranışsal bağımlılıklar ve hemşirelik yaklaşımı. *Bağımlılık Dergisi, 24*(1), 104–112.
31. Karakaya E. Alışveriş bağımlılığıyla ilişkili faktörler ve sonuçları: Kırıkkale ilinde gerçekleştirilen bir çalışma. The Journal of Academic Social Science Studies 2017; 7 (57): 435-456.
32. Koran LM, Faber R, Aboujaoude E, et al. Estimated prevalence of compulsive buying behavior in the united states. Am J Psychiatry 2006; 163 (10): 1806–1812.
33. Müller, A, Mitchell, J.E, de Zwaan, M, Compulsive buying, *The American Journal on Addictions*, 2013, *24*(2), 132-137. Doi:10.1111/ajad.12111
34. Aktaş İ. Çevrimiçi (online) alışveriş bağımlılığı üzerine araştırma: erzincan binali yıldırım üniversitesi örneği. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi 2021; 8 (4): 236-256.
35. **Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK).** (2023). *Hanehalkı bilişim teknolojileri (BT) kullanım araştırması, 2023* (Yayın No: 49407). https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-%28BT%29-Kullanim-Arastirmasi-2023-49407
36. Alyanak, P, İnternet bağımlılığı, *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 2016, *8*(5), 20-24.
37. Ko CH, Yen JY, Chen CS et al. Psychiatric comorbidity of internet addiction in college students: An interview study. CNS Spectr 2014; 13(2): 147-153.
38. Weinstein A, Feder LC, Rosenberg KP, Dannon P. Internet addiction disorder: Overview and controversies. Rosenberg KP, Feder LC (editors). Behavioral Addictions: Criteria, Evidence, and Treatment. New York: Academic Press, 2014: 99-117.
39. Durkee T, Carli V, Floderus B, et al. Pathological internet use and risk-behaviors among european adolescents. Int J Environ Res Public Health 2016; 13 (3): 294.
40. Bakken, I. J, Wenzel, H.G, Götestam, K.G, Johansson, A, Øren, A, Internet addiction among Norwegian adults: A stratified probability sample study, *Scandinavian Journal of Psychology*, 2009, *50*(2), 121–127.
41. Aktepe E, Olgaç Dündar N, Soyöz Ö, Sönmez Y. Possible internet addiction in high school students in the city center of ısparta and associated factors: a cross-sectional study. Turk J Pediatr 2013; 55 (4): 417-425
42. Taylan HH, Işık M. Sakarya'da ortaokul ve lise öğrencilerinde internet bağımlılığı. Journal of Turkish Studies 2015; 10 (6): 855-874.
43. Kafes, A.Y, Ülker, S, Sayar, G, Yeme Bağımlılığı, Addiction, 2018, 2(2), 54-58.
44. Sevinçer, G.M, Konuk, N, Emosyonel Yeme, *Journal of Mood Disorders*, 2013, *3*(4), 171-178.
45. Sarıtabak, S., Ege Bölgesi'nde Yeme Bağımlılığı İle Kişisel İyi Oluş İlişkisinin İncelenmesi; Üsküdar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Klinik Psikoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi: İstanbul, 2019; s.8
46. Ahmed AY, Sayed AM, Mostafa KM, Abdelaziz EA. Food addiction relations to depression and anxiety in Egyptian adolescents. Egyptian Pediatric Association Gazette 2016; 64(4): 149-153.
47. Najem J, Saber M, Aoun C, et al. Prevalence of food addiction and association with stress, sleep quality and chronotype: A cross-sectional survey among university students. Clin Nutr 2020; 39(2): 533-539.
48. Kayalıoğlu K. Çocuk ve Ergenlerde Madde Kullanım Bozukluğu ve Psikiyatri Hemşireliği Yaklaşımı. ICDAH Uluslararası Farklı Boyutlarıyla Sağlık Konferansı Seçme Bildiriler-3, 2020.
49. Carpenito LJ, Erdemir F. Türkiye Hemşirelik tanıları: El kitabı. Baskı 3. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2012.

PATOLOJİK DERİ YOLMA BOZUKLUĞU VE HEMŞİRELİK UYGULAMALARI

Akile EREN
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans öğrencisi, Kırşehir, Turkiye
ORCID: 0009-0004-2447-2069
Gökçe DEMİR
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Kırşehir, Turkiye.
ORCID:0000-0003-3674-9980

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; patolojik deri yolma bozukluğu hakkında literatür taraması yapmak, patolojik deri yolma bozukluğu prevalansını sunmak ve yapılabilecek hemşirelik uygulamalarını belirlemektir. Patolojik deri yolma bozukluğu ve hemşirelik uygulamalarının incelenmesi için literatür taranarak yapılan derleme çalışmasıdır. Literatür taranırken "deri yolma bozukluğu, hemşirelik, hemşirelik girişimleri" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Hem Türkçe hem de İngilizce literatür taranmıştır. Patolojik deri yolma bozukluğu yaygınlığına ilişkin rakamlar literatürde farklılık gösterse de genel nüfusun yaklaşık %1,4- %5,4'ini etkilediğini göstermektedir. Demografik özellikler, sosyoekonomik durum ve genetik faktörler patolojik deri yolma bozukluğunu etkileyen faktörlerdir. Başlangıcın tipik olarak ergenlik veya erken yetişkinlikte meydana geldiği düşünülmektedir. Ancak, bazı çalışmalar çocukluk döneminde de ortaya çıkabildiğini belirtmiştir. Ayrıca kadınlara görülme yaygınlığının erkeklerden daha yüksek olduğunu öne süren çalışmalar bulunmaktadır. Hemşirelik uygulaması olarak alışkanlığı tersine çevirme eğitimi verilebileceği gibi bireyin deri yolma ve onu neyin tetiklediğinin farkına varması sağlanabilir. Yine bireylerin konuşma terapisi, bilişsel davranışçı terapi gibi terapi yöntemlerine başvuru yapması sağlanabilir. Yaygınlığına ve etkisine rağmen, patolojik deri yolma bozukluğu klinik uygulamada yeterince incelenmemiş ve sıklıkla göz ardı edilmiştir. Oldukça önem arz eden bu bozuklukla mücadelede multidisipliner bir yaklaşım gerekmektedir. Bu durumda özellikle psikiyatri ve halk sağlığı hemşirelerine önemli rol ve sorumluluklar düşmektedir. Halk sağlığı hemşireleri; patolojik deri yolma bozukluğu prevalansını belirleyip uygun hemşirelik uygulamalarını gerçekleştirerek literatüre katkı sağlayabilirler.

Anahtar Kelimeler: deri yolma bozukluğu, hemşirelik, hemşirelik uygulamaları

PATHOLOGICAL SKIN PICKING DISORDER AND NURSING PRACTICES

ABSTRACT

The aim of this study was to review the literature on pathological skin picking disorder, to present the prevalence of pathological skin picking disorder and to determine the nursing practices that can be done. This is a review study conducted by reviewing the literature to examine pathological skin picking disorder and nursing practices. The key words 'skin picking disorder, nursing, nursing interventions' were used while searching the literature. Both Turkish and English literature were reviewed. Although the prevalence of pathological skin picking disorder varies in the literature, it affects approximately 1%-5% of the general population. Demographic characteristics, socioeconomic status and genetic factors are factors that influence pathological skin picking disorder. Onset is thought to typically occur in adolescence or early adulthood. However, some studies have reported that it can also occur in childhood. There are also studies suggesting that the prevalence is higher in women than in men. As a nursing practice, habit reversal training can be provided, and the individual can be made aware of skin picking and what triggers it. Again, individuals can be provided to apply to therapy methods such as speech therapy and cognitive behavioural therapy. Despite its prevalence and impact, pathological skin picking disorder has not been sufficiently studied and often overlooked in clinical practice. A multidisciplinary approach is required in the fight against this very important disorder. In this case, especially psychiatry and public health nurses have important roles and responsibilities. Public health nurses can contribute to the literature by determining the prevalence of pathological skin picking disorder and performing appropriate nursing practices.

Keywords: skin picking disorder, nursing, nursing practices

1.GİRİŞ

Deri yolma bozukluğunun DSM-5' e kadar ayrı bir tanı kategorisinde yer almamış olması, hekimlerin yeterince bilmemesine ve uygun tanı ve tedavi yapılamamasına neden olmuştur (1). İlerleyen süreçlerde deri yolma bozukluğu DSM-5'te "Obsesif kompulsif bozukluk ve ilişkili bozukluklar" kategorisinde "Deri Yolma Bozukluğu" adıyla yer almıştır (2). Deri yolma bozukluğu; vücutta dermatolojik bir problem olmaksızın, deri dokusunda hasara yol açacak şekilde derinin yineleyici şekilde yolunmasıdır (3). Yineleyici biçimde derinin kaşınması, kazınması,

çekilmesi ve yolunmasıyla ortaya çıkmaktadır (3,4). Bu bozukluğa sahip bireyler genelde sivilce, nasır, yara kabuğu gibi deri lezyonlarını yolmaktadırlar (3).

Bu derleme patolojik deri yolma bozukluğu hakkında literatür taraması yapmak, patolojik deri yolma bozukluğu prevalansını sunmak ve yapılabilecek hemşirelik uygulamalarını belirlemek amacıyla yazılmıştır.

2.YÖNTEM

Patolojik deri yolma bozukluğu ve hemşirelik uygulamalarının incelenmesi için literatür taranarak yapılan derleme çalışmasıdır. Literatür taranırken "deri yolma bozukluğu, hemşirelik, hemşirelik girişimleri" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Hem Türkçe hem de İngilizce literatür taranmıştır.

3.BULGULAR

Deri yolma bozukluğu herhangi bir dermatolojik sıkıntı olmaksızın; derinin tekrarlayıcı biçimde hasar meydana getirecek şekilde yolunmasıdır (3). Deri yolma bozukluğu yaşayan bireyler en çok sivilce, yara kabukları ve nasır gibi deri lezyonlarını yolarlar (3,4). Genel olarak bu hastalar derilerini parmaklar ya da tırnaklarla yolarken; dişler, bıçak ya da cımbızla yolunma da görülebilmektedir (5). Deri yolma bozukluğu herkeste görülebilecek bir davranıştır. Ancak bu durumun patolojik olup olmadığını anlayabilmemiz için; yolmanın ne kadar sürdüğünü, hangi nedenden kaynaklı yolduğunu ve hangi duyguların eşlik ettiğini bilmemiz gerekmektedir (5).

Anksiyete, depresyon, obsesif kompulsif bozukluk (OKB) gibi psikiyatrik rahatsızlıkları olan bireylerde deri yolma bozukluğu görülme ihtimali daha yüksektir (6). Ayrıca travma ve istismar öyküsü olan bireyler deri yolma bozukluğu görülmesi açısından risk altında olan gruptadırlar (5,6). Deri yolma bozukluğunu tetikleyen faktörlerden birisi de sosyoekonomik durumdur. Sosyoekonomik durumu düşük olanlar, maddi sıkıntı çekenler deri yolma bozukluğu açısından risk altında olabilirler (6). Etkileyen bir başka faktör de yaştır. Özellikle ergenlik döneminde yaşanan stres ve hormonal değişiklikler deri yolma bozukluğunu tetikleyebilir (7,8).

Deri yolma bozukluğu yaygınlığı literatürde farklılıklar gösterse de en geniş aralığı %1,4 -%5,4 arasındadır (5). Ancak yeteri kadar bilinmemesi ve yanlış teşhis konulması nedeniyle literatürde bildirilen yaygınlığından daha yüksek olabilir (5,7,9).

Başlangıcın tipik olarak ergenlik veya erken yetişkinlikte meydana geldiği düşünülmektedir. Ancak, bazı çalışmalar çocukluk döneminde de ortaya çıkabildiğini belirtmiştir (9). Ayrıca kadınlara görülme yaygınlığının erkeklerden daha yüksek olduğunu öne süren çalışmalar bulunmaktadır (9,10).

Deri yolma bozukluğu yaygınlığı belirlenmesi için yapılan çalışmalarda birbirine yakın sonuçlar ortaya çıkmıştır. Keuthen ve ark. 105 üniversite öğrencisiyle yaptıkları bir çalışmada; kendilerine zarar verecek düzeyde olmamakla beraber %78,1'inin derilerini yolduklarını ancak bunlardan sadece %3,8'inin patolojik boyutta olduğu belirtilmiştir (5). 354 kişinin katıldığı başka bir çalışmada ise; katılımcıların %63'ünün derilerini yolduklarını ancak bunun yalnızca %5,4'ünün patolojik boyutta olduğunu belirtilmiştir (11). 133 öğrenciyle yapılan başka bir çalışmada ise patolojik düzeyde deri yolma bozukluğunu %4,6 olarak bulmuşlardır (12). 1324 üniversite öğrencisiyle yapılan bir çalışmada ise deri yolma bozukluğu yaygınlık oranı %5 olarak bulunmuştur (13). Yine geniş bir örneklem grubuyla yapılan 1916 kişinin katıldığı çalışmada deri yolma bozukluğunun yaygınlığı %4,2 olarak bulunmuştur (14). Farklı bir çalışma da dermatoloji kliniğine başvuran hastalar arasında yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda hastaların %2'sinde deri yolma bozukluğu tespit edilmiştir (10).

Deri yolma bozukluğu yaşayan hastalar nadiren de olsa psikiyatri ve dermatoloji kliniğine başvururlar. Hastaların yeterli tedaviyi alamaması; genelde bu durumdan utanmaları, kaçmaları ve bu durumun tedavi edileceğine inançları olmamasından kaynaklıdır (14). Deri yolma bozukluğunda hemşirelik uygulamaları hakkında literatürde çalışma neredeyse yoktur. Ancak hemşireler; hemşirelik uygulaması olarak alışkanlığı tersine çevirme eğitimi verilebileceği gibi bireyin deri yolma ve onu neyin tetiklediğinin farkına varması sağlanabilir. Yine bireylerin konuşma terapisi, bilişsel davranışçı terapi gibi terapi yöntemlerine başvuru yapması sağlanabilir (15,16).

4.SONUÇ

Yaygınlığına ve etkisine rağmen, patolojik deri yolma bozukluğu klinik uygulamada yeterince incelenmemiş ve sıklıkla göz ardı edilmiştir. Oldukça önem arz eden bu bozuklukla mücadelede multidisipliner bir yaklaşım gerekmektedir. Bu durumda özellikle psikiyatri ve halk sağlığı hemşirelerine önemli rol ve sorumluluklar düşmektedir. Halk sağlığı hemşireleri; patolojik deri yolma bozukluğu prevalansını belirleyip uygun hemşirelik uygulamalarını gerçekleştirerek literatüre katkı sağlayabilirler.

Kaynaklar

1. Aydın, P. Ç., & Gülseren, L. (2014). Deri yolma bozukluğu. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar - Current Approaches in Psychiatry*, *6*(4), 401–428. https://doi.org/10.5455/cap.20140425062934
2. American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). American Psychiatric Publishing.

3. Excoriation (Skin Picking) Disorder. In: American Psychiatric Association: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Fifth Edition. Arlington, VA: American Psychiatric Association 2013
4. Aktaş Terzioğlu, M. (2020). Deri yolma bozukluğu. In H. Ögel (Ed.), *Çocuk ve ergen psikiyatrisi: Güncel yaklaşımlar ve temel kavramlar* (Cilt 1, ss. 485–494). Akademisyen Kitabevi. https://doi.org/10.37609/akya.45
5. Keuthen NJ, Koran LM, Aboujaoude E, et al. The prevalence of pathologic skin picking in US adults. Compr Psychiatry 2010; 51: 183-6
6. Machado MO, Köhler CA, Stubbs B, et al. Skin picking disorder: prevalence, correlates, and associations with quality of life in a large sample. CNS Spectrums 2018; 23: 311-20.
7. Wilhelm S, Keuthen NJ, Deckersbach T, et al. Self-injurious skin picking: clinical characteristics and comorbidity. J Clin Psychiatry 1999; 60: 454-9
8. Dixon LJ, Snorrason I. Prevalence and clinical characteristics of skin picking among adults with skin disease symptoms. J Obsessive Compuls Relat Disord 2019; 22: 100454.
9. Alfahaad, H., Aldehri, M., Alsaiari, S. A., Asiri, F., Alfataih, M., & Alahmari, S. (2024). Exploring skin picking disorder: aetiology, treatment, and future directions. *Postepy dermatologii i alergologii*, *41*(6), 545–551. https://doi.org/10.5114/ada.2024.142579
10. Arnold LM, McElroySL, Mutasim DF, Dwight MM, Lamerson CL, Morris EM. Characteristics of 34 adults with psychogenic excoriation. J Clin Psychiatry 1998;59:509-514.
11. Hayes SL, Storch EA, Berlanga L. Skin picking behaviors: An examination of the prevalence and severity in a community sample. J Anxiety Disord 2009;23:314-319.
12. Bohne A, Wilhelm S, Keuthen NJ, Baer L, Jenike MA Skin picking in German students: prevalence, phenomenology and associated characteristics. Behav Modif 2002; 26:320-339.
13. Hajcak G, Franklin ME, Simons RF, Simons RF. Hairpulling and skin picking in relation to affective distress and obsessivecompulsive symptoms. J Psychopathol Behav Assess 2006;28:179-187
14. Odlaug BL, Lust K, Schreiber LR, Christenson G, Derbyshire K, Grant JE. Skin picking disorder in university students: health correlates and gender differences. Gen Hosp Psychiatry 2013; 35:168-173.
15. Grant JE, Odlaug BL, Chamberlain SR, Keuthen NJ, Lochner C.Skin picking disorder. Am J Psychiatry 2012; 169:1143-1149
16. Rosenbaum MS, Ayllon T. The behavioral treatment of neurodermatitis through habit-reversal. Behav Res Ther 1981; 19:313-318
17. Schuck K, Keijsers GP, Rinck M.The effects of brief cognitive-behaviour therapy for pathological skin picking: arandomized comparison to wait-list control. Behav Res Ther2011;49:11-17.

ÖN KOŞULLANDIRILMA İLE EĞİTİLMİŞ WHARTON JELİ KÖKENLİ MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİN İMMÜNOMODÜLATÖR ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Lamıya MAHMUDOVA
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kök Hücre Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye
Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye
ORCID: 0009-0003-5964-7570
Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ*
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kök Hücre Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye
Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0202-5052
Ayla EKER SARIBOYACI
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kök Hücre Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye
Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye
ORCID: 0000-0003 4536-9859
Tayfun ŞENGEL
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kök Hücre Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye
Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye
ORCID: 0000-0002 -1162-6979

Özet

Mezenkimal kök hücreler (MKH'ler), immunosüpresif, immunomodülatör ve rejeneratif potansiyelleri nedeniyle immun aracılı, inflamatuar ve dejeneratif hastalıkların hücre bazlı tedavisi için temel ve klinik düzeyde geniş çapta araştırılmaktadır. Bu çalışmada, pluripotensisi diğer kök hücre kaynaklarına göre daha yüksek olan ve doğumdan sonra atık doku olarak eldesinde hiçbir invazif yaklaşım içermeyen insan göbek kordonu kökenli MKH'lerin (iWJ-MKH), herhangi bir immun hastalığın tedavisinde kullanılmadan önce, insan interferon-γ (IFN-γ) ile özgün bir yaklaşımla ilk kez uzun dönem ön koşullandırma yoluyla eğitilmesinin iWJ-MKH'lerin immunomodulatuvar özelliğine etkilerini araştırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla, in vitro koşullarda bağışıklık sistemini modelleyen uyarılmış T hücreler ile kokültür yapılmış ve T hücreler üzerindeki olası immunbaskılayıcı etkiler canlılık ve proliferasyon, apoptoz (AnnexinV-PI) ve regülatuar T hücre (Treg) farklılaşması açısından değerlendirilmiştir. Bulgularımız, uzun dönem IFN-γ ile ön koşullandırılmış iWJ-MKH'lerin, T hücre yanıtlarını düzenlemede hücre canlılık ve proliferasyonunu artırarak uyarılmış T hücrelerinin apoptozunu tetiklediğini ve treg farklılaşmasını

uyararak MKH'lerin immünomodülasyon yeteneklerini artırma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar immün yetmezlik bozukluklarının tedavisi için hücre tabanlı yenilikçi terapötik stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: İnsan göbek kordonu kök hücreler, interferon gama, ön koşullandırma, hücresel tedavi, immünosüpresif tedavi

INVESTIGATION OF THE IMMUNOMODULATORY EFFECTS OF PRECONDITIONED WHARTON'S GEL-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS

Abstract

Mesenchymal stem cells (MSCs) have been extensively studied at basic and clinical levels for cell-based therapy of immune-mediated, inflammatory and degenerative diseases due to their immunosuppressive, immunomodulatory and regenerative potential. In this study, we aimed to investigate the effects of training human umbilical cord derived MSCs (hWJ-MSCs), which have a higher pluripotency compared to other stem cell sources and do not require an invasive approach in the collection of hWJ-MSCs as waste tissue after birth, for the first time, the immunomodulatory properties of hWJ-MSCs through long-term preconditioning with a unique approach using human interferon-γ (IFN-γ) prior to use in the treatment of any immune disease. To this end, coculture was performed with stimulated T-cells modelling the immune system under in vitro conditions and possible immunosuppressive effects on T cells were evaluated in terms of viability and proliferation, apoptosis (AnnexinV-PI) and regulatory T cell (Treg) differentiation. Our results revealed that iWJ-MSCs preconditioned with long-term IFN-γ increased cell viability and proliferation in regulating T cell responses, triggered apoptosis of cocultured stimulated T lymphocytes, and stimulated Treg differentiation, potentially enhancing the immunomodulation capabilities of MSCs. These results may contribute to the development of innovative cell-based therapeutic strategies for the treatment of immunodeficiency diseases.

Keywords: Human umbilical cord stem cells, interferon gamma (IFN-γ), preconditioning, cellular therapy, immunosuppressive therapy

HƏYAT VƏ SAĞLAMLIQ ƏLEYHİNƏ CİNAYƏT TÖRƏTMİŞ MƏHKUMLARDA EMOSİONAL İNTELLEKTİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ
CHARACTERISTICS OF EMOTIONAL INTELLIGENCE IN CONVICTS WHO HAVE COMMITTED CRIMES AGAINST LIFE AND HEALTH

Aytən İlham qızı Alışanlı
Baku State University, Faculty of Social Sciences and Psychology, Baku, Azerbaijan
ORCID: 0009-0000-0706-550X

Azərbaycan Respublikasının Konstitusiyası insan həyatının, hüquq və azadlıqlarının ali dəyərlər olduğunu bəyan edir və bu dəyərlərin qorunmasını dövlətin başlıca vəzifələrindən biri kimi təsbit edir. Dövlətimizin qüvvədə olan Cinayət məcəlləsində insanların həyatına, sağlamlığına, azadlığına, şərəf və ləyaqətinə, cinsi toxunulmazlığına, hüquq və azadlıqlarına qəsd edən əməllər şəxsiyyət əleyhinə olan cinayətlər kimi müəyyənləşir. Şəxsiyyət əleyhinə olan cinayətlər bir neçə kateqoriya üzrə bölünür. Bunlardan biri həyat və sağlamlıq əleyhinə olan cinayətlərdir. Həyat və sağlamlıq əleyhinə olan cinayətlərə qəsdən adam öldürmə, ehtiyatsızlıqdan adam öldürmə, qəsdən sağlamlığa ağır zərər vurma, ehtiyatsızlıqdan sağlamlığa ağır zərər vurma, əzab vermə, öldürməklə və ya sağlamlığa ağır zərər vurmaqla hədələmə, təhlükədə qoyma, özünü öldürmə həddinə çatdırma və s. daxildir.

Həyat və sağlamlıq əleyhinə cinayət törədənlərin "psixoloji portreti" həm kriminologiyanın, həm də psixologiyanın diqqət mərkəzində olan məsələlərdəndir. Kriminologiyada bu məsələ cinayətin üstünün açılması və onun dəqiq mənzərəsinin yaradılması baxımından əhəmiyyətlidirsə, psixologiyada daha çox məhkumların islahı prosesində xüsusi rola və dəyərə malikdir.

Cinayətkarın şəxsiyyəti onun ictimai təhlükəliliyini yaradan, cinayətə sövq edən sosial şərtlərin və psixi xüsusiyyətlərin sistemini təşkil edir. Digər insanın həyatına qəsd edən, sağlamlığına zərər vuran cinayətkarın şəxsiyyətinin formalaşması mürəkkəb, ziddiyyətli və uzun prosesdir. O həm subyektiv, həm də obyektiv faktorlarla şərtlənir. Bu prosesdə şəxsiyyətin özü ilə bərabər onu əhatə edən sosial mühit və ilk növbədə ailə aktiv şəkildə iştirak edir. Həyat və sağlamlıq əleyhinə cinayətlərin hər bir növündə cinayətkarın "psixoloji portreti" nin cizgiləri və rəngləri dəyişə bilər. Lakin bu yöndə aparılan tədqiqatlara əsaslanaraq bu tip cinayət törədənlərə xas olan ümumi xüsusiyyətləri müəyyən edə bilərik. Bunlar ilk növbədə sosial norma və qaydalara etinasızlıq, aqresivliyə meyl, özünəqapalılıq, ünsiyyətdə və adaptasiyada çətinlik çəkmə, intellekt səviyyəsinin aşağı olmasıdır. D.Qoulmen "Emosional intellkt" kitabında şəxsiyyət əleyhinə cinayət törədən, insan həyatına qəsd edənlərdə empatiyanın olmamasını xüsusi olaraq qeyd edir: "Bu insanlar

qurbanlarına zərər verərkən empatiyanın tamamilə “silinməsi” hər zaman amansız davranışlara sövq edən emosional silsilənin bir hissəsidir.”

Müxtəlif metodikaların, sorğu və testlərin köməyi ilə aparılan empirik tədqiqatlarda həyat və sağlamlıq əleyhinə cinayət törədən məhkumlarda emosional intellektin əhəmiyyətli dərəcədə çatışmazlığı qeyd olunur. Belə insanlarda özünün və ətrafdakıların emosiyalarını başa düşmək kompetentliyi aşağı səviyyədədir. Onlar ətrafdakı insanlarla qarşılıqlı əlaqə qurmaqda çətinlik çəkir, şəxsiyyətlərarası problemlərin həllində impulsivliyə üstünlük verir, kompetent ünsiyyət (səmimilik, mehribanlıq, cəlbedicilik) saxlamaqda bacarıqsız olurlar. Məhkumların eksperimental qrupunda D.V.Lyusinin metodikası ilə əldə olunan nəticələrin təhlili “şəxsiyyətlərarası emosional intellekt” şkalasında aşağı səviyyənin olmasını göstərib. Bu da məhkumlarda fikirlər, hərəkətlər və hisslər arasındakı qarşılıqlı əlaqəni müəyyənləşdirmək bacarığının zəif olmasından və ya heç olmamasından xəbər verir. Psixodiaqnostikanın nəticələri təsdiq edir ki, həyat və sağlamlıq əleyhinə cinayət törədənlər dəyişən hadisələrə dözümsüzlüklə xarakterizə olunur, daxili və xarici aqressiya nümayiş etdirir, mənfi emosiyaları emosional partlayış olmadan ifadə edə bilmir, həmçinin sosial təşvişə meylli olur. Belə insanlar tənzimlənməyən affektiv təzahürlərin təsiri altında subyektiv baxımdan vacib nəticənin əldə olunması, müəyyən tələbatların ödənilməsi və ya çətin həyat şəraitinin düzəlməsi üçün zorakılığa əl ata bilərlər.

U.Q.Peçerski, N.V.Maksimenko, D.E.İvanov, V.N.Filonenko kimi psixoloqların işlərinin analizi residivlərin qarşısının alınmasında emosional intellektin mühüm rolundan danışmağa imkan verir. Tədqiqatlarda onun səviyyəsi ilə törədilən cinayətin xarakteri arasında bağlılıq aşkar edilib.

Penitensiar psixoloqların əldə olan tədqiqatlarına əsaslanaraq məhkumlarda şəxsiyyətin koqnitiv, emosional və iradə sferalarının spesifik şəkildə üzə çıxmasını nəzərə almaq vacibdir. Belə olan halda həyat və sağlamlıq əleyhinə cinayət törədən məhkumların emosional intellektinin inkişaf və korreksiya yollarını daha dəqiq müəyyən etmək olar.

Açar sözlər: emosional intellekt, həyat və sağlamlıq əleyhinə cinayət, məhkum

Keywords: emotional intelligence, crime against life and health, convict

PERİTON KARSİNOMATOZU OLAN BİR HASTADA ATİPİK TEK BÖBREK TUTULUMLU KONTRAST NEFROPATİSİ: OLGU SUNUMU

Hacı Mehmet ÇALIŞKAN
Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Medicine, Department of Emergency Medicine, 40100 Merkez, Kırşehir
ORCID: 0000-0001-7370-420X
Ömer JARADAT
Kırşehir Training and Research Hospital, Emergency Medicine Clinic, 40100 Merkez, Kırşehir
ORCID: 0000-0002-6177-710X

ÖZET

Kontrast kaynaklı nefropati (KKN), kontrast ilişkili akut böbrek hasarı (KİABH) olarak da bilinir ve iyotlu kontrast maddenin intravasküler uygulanmasını takiben 48-72 saat içinde böbrek fonksiyonlarında geri dönüşümlü bir bozulma ile karakterize önemli bir iyatrojenik komplikasyondur. Önleyici stratejilerdeki ilerlemelere rağmen, KKN özellikle yaşlı hastalar, kronik böbrek hastalığı, diyabet veya hipovolemi gibi yüksek riskli popülasyonlarda hastane kaynaklı akut böbrek hasarının önemli bir nedenidir. Bu olgu sunumu, belirgin bazal böbrek bozukluğu ile geleneksel olarak ilişkilendirilmeyen periton karsinomatozu olan 68 yaşındaki bir kadın hastada KKN'nin tanısal zorluklarını ve klinik etkilerini vurgulamaktadır. Hasta, kanser takibi için kontrastlı abdominal BT taramasından üç gün sonra anüri, karın ağrısı ve hiponatremi (116 mmol/L) ile başvurdu. İlk laboratuvar bulgularında yüksek üre (45 mg/dL) ve potasyum (5.2 mmol/L) saptanırken, bazal kreatinin normaldi (1.1 mg/dL). Sonrasında yapılan kontrastsız BT'de sadece sağ böbrekte kontrast birikimi gözlendi; bu bulgu, tipik KKN sunumlarında alışılmadık bir özelliktir. Perkütan nefrostomi ve yoğun bakım dahil agresif tedaviye rağmen hasta, refrakter hiponatremi ve ilerleyen akut böbrek hasarı geliştirdi ve hastaneye yatışının 11. gününde kaybedildi. Bu olgu, malignite ile ilişkili kronik inflamasyon, endotel disfonksiyonu ve subklinik hipovolemi gibi faktörlerin kontrast kaynaklı böbrek hasarını şiddetlendirdiği onkolojik hastalarda KKN'nin çok faktörlü doğasını ortaya koymaktadır. Özellikle, konvansiyonel 48 saatlik pencereyi aşan akut böbrek hasarının gecikmiş başlangıcı ve şiddetli hiponatremi varlığı, tümör biyolojisi ile kontrast toksisitesi arasındaki benzersiz patofizyolojik etkileşimlere işaret etmektedir. Rapor, kakektik veya yaşlı hastalarda risk değerlendirmesi için yalnızca bazal kreatinine güvenmenin sınırlamalarını vurgulamakta ve sistatin C gibi alternatif biyobelirteçlerin kullanımını ve kapsamlı frailty değerlendirmelerini savunmaktadır. Ayrıca, yüksek riskli popülasyonlarda tekrarlanan kontrast maruziyetinin tehlikelerini ve hidrasyon ile kontrast minimizasyonu içeren profilaktik

protokollere daha sıkı uyum gerekliliğini öne çıkarmaktadır. Bu bulgular, kanser hastalarına kontrast madde uygulanırken artan klinik dikkat ve multidisipliner koordinasyonun yanı sıra, bu savunmasız popülasyonda sonuçları iyileştirmek için maligniteye özgü KKN mekanizmalarının araştırılması ihtiyacını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kontrast kaynaklı nefropati, Akut böbrek hasarı, Onkolojik hastalar

ATYPICAL UNILATERAL CONTRAST-INDUCED NEPHROPATHY IN A PATIENT WITH PERITONEAL CARCINOMATOSIS: A CASE REPORT

ABSTRACT

Contrast-induced nephropathy (CIN), also known as contrast-associated acute kidney injury (CA-AKI), is a significant iatrogenic complication characterized by a reversible decline in renal function within 48–72 hours following intravascular administration of iodinated contrast media. Despite advances in preventive strategies, CIN remains a major cause of hospital-acquired acute kidney injury, particularly in high-risk populations such as elderly patients, those with chronic kidney disease, diabetes, or hypovolemia. This case report highlights the diagnostic challenges and clinical implications of CIN in a 68-year-old female with peritoneal carcinomatosis, a condition not traditionally associated with overt baseline renal impairment. The patient presented with anuria, abdominal pain, and hyponatremia (116 mmol/L) three days after undergoing a contrast-enhanced abdominal CT scan for cancer surveillance. Initial laboratory findings revealed elevated urea (45 mg/dL) and potassium (5.2 mmol/L), while baseline creatinine was normal (1.1 mg/dL). A subsequent non-contrast CT demonstrated contrast accumulation in the right kidney only, an unusual feature in typical CIN presentations. Despite aggressive management, including percutaneous nephrostomy and intensive care, the patient developed refractory hyponatremia and progressive AKI, leading to death on day 11 of hospitalization. This case underscores the multifactorial nature of CIN in oncologic patients, where malignancy-related factors such as chronic inflammation, endothelial dysfunction, and subclinical hypovolemia exacerbate contrast-induced renal injury. Notably, the delayed onset of AKI beyond the conventional 48-hour window and the presence of severe hyponatremia suggest unique pathophysiological interactions between tumor biology and contrast toxicity. The report emphasizes the limitations of relying solely on baseline creatinine for risk assessment in cachectic or elderly patients, advocating for alternative biomarkers such as cystatin C and comprehensive frailty evaluations. Furthermore, it highlights

the dangers of repeated contrast exposure in high-risk populations and the need for stricter adherence to prophylactic protocols, including hydration and contrast minimization. These findings call for heightened clinical vigilance and multidisciplinary coordination when administering contrast media to cancer patients, as well as further research into malignancy-specific mechanisms of CIN to improve outcomes in this vulnerable population.

Keywords: Contrast-induced nephropathy, Acute kidney injury, Oncologic patients

1. INTRODUCTION

Contrast-induced nephropathy (CIN), also termed contrast-associated acute kidney injury (CA-AKI), is defined as a reversible decline in renal function occurring within 48–72 hours following intravascular administration of iodinated contrast media (Mehran & Nikolsky, 2006). The condition is diagnosed when serum creatinine rises by ≥0.5 mg/dL or ≥25% from baseline, with alternative causes excluded (KDIGO, 2012). CIN remains a significant iatrogenic complication, accounting for 10–15% of hospital-acquired acute kidney injury (AKI) cases (Nash, Hafeez, & Hou, 2002). Its incidence varies widely depending on patient risk factors, including pre-existing chronic kidney disease (CKD), diabetes mellitus, advanced age, and hypovolemia (McCullough et al., 1997). In high-risk populations, such as those with an estimated glomerular filtration rate (eGFR) <30 mL/min/1.73 m², incidence rates exceed 30% (Rudnick et al., 2008).

The pathophysiology of CIN involves renal vasoconstriction, oxidative stress, and direct tubular toxicity from contrast media, exacerbated by reduced renal perfusion (Heyman et al., 2010). Prophylactic strategies, such as hydration protocols and limiting contrast volume, are cornerstone interventions to mitigate risk (Subramaniam et al., 2016). Despite advances, CIN remains associated with prolonged hospitalization, accelerated progression to CKD, and increased mortality (James et al., 2013). This case report describes a patient with peritoneal carcinomatosis who developed fatal AKI following contrast exposure, underscoring the complexities of CIN in oncologic populations and the importance of risk stratification even in patients without overt baseline renal impairment.

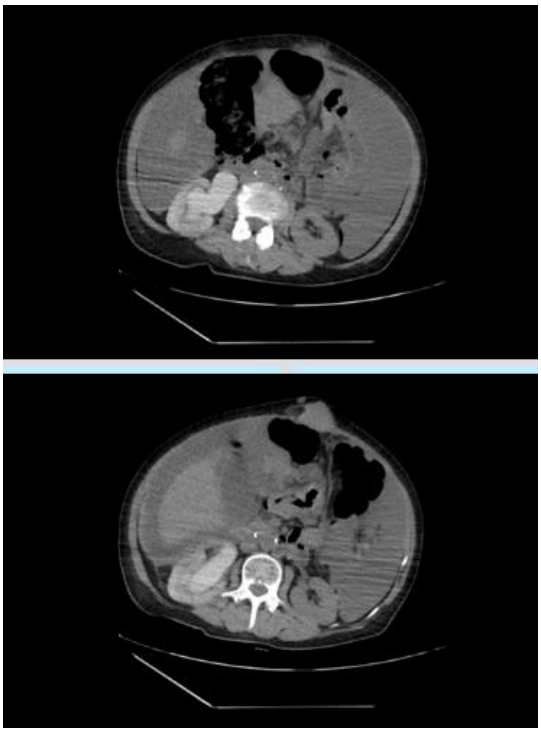
2. MATERIAL AND METHODS

A 68-year-old female patient presented to the emergency department with complaints of anuria and abdominal pain. The patient had a documented history of peritoneal carcinomatosis, for which she was under multidisciplinary follow-up. There was no history of anticoagulant or antiplatelet medication use, nor any recent trauma. Her Glasgow Coma Scale score was 15. Vital signs included

a blood pressure of 110/70 mmHg, oxygen saturation of 98%, heart rate of 84 beats/min, and body temperature of 36.4°C. Physical examination revealed a non-tender abdomen without guarding or rebound tenderness. Right flank pain was reported, with positive costovertebral angle tenderness. Other systemic examinations were unremarkable.

Laboratory findings demonstrated elevated urea (45 mg/dL), potassium (5.2 mmol/L), and CRP (11.9 mg/L), with hyponatremia (116 mmol/L), hemoglobin of 9 g/dL, and normal creatinine (1.1 mg/dL). Blood gas analysis, liver function tests, and other parameters were within normal limits. A non-contrast abdominal computed tomography (CT) scan was performed to evaluate acute kidney injury (AKI) and exclude additional pathologies. Imaging revealed increased density in the right kidney and hyperdensity within the right ureter (Figure 1), radiologically interpreted as renal hemorrhage.

Figure 1. Hyperdensity in the right kidney and ureter



Further history-taking confirmed no recent anticoagulant/antiplatelet use or trauma. It was noted that a contrast-enhanced abdominal CT had been performed three days prior at an external facility for peritoneal carcinomatosis surveillance. Following urology consultation, a percutaneous

nephrostomy catheter was placed, no bleeding was detected. The patient was diagnosed with CIN and admitted to the internal medicine service for the management of CIN and hyponatremia.

During hospitalization, the patient developed refractory hyponatremia and progressive AKI, with poor response to treatment due to diminished physiological reserve. On day 9 of admission, she was transferred to the internal medicine intensive care unit (ICU). Despite optimal medical care, the patient expired on day 11.

3. RESULTS AND DISCUSSION

CIN arises from a combination of hemodynamic and cytotoxic insults. Iodinated contrast media induces renal medullary hypoxia via vasoconstriction of the vasa recta and disrupts tubular epithelial cells through reactive oxygen species (Andreucci et al., 2014). Patients with reduced renal perfusion—due to dehydration, heart failure, or malignancy-related cachexia—are particularly vulnerable (Tumlin et al., 2006). The Mehran risk score, incorporating variables such as hypotension and anemia, aids in predicting CIN risk (Mehran et al., 2004).

In this case, the patient's peritoneal carcinomatosis likely contributed to subclinical hypovolemia and chronic inflammation, exacerbating contrast-induced injury (Porta et al., 2015). Despite normal baseline creatinine, her advanced age and malignancy-related frailty signaled diminished renal reserve, a critical factor often overlooked in CIN risk assessment (Chronopoulos, Cruz, & Ronco, 2010).

Oncologic patients frequently require contrast imaging for disease monitoring, yet their susceptibility to CIN is underrecognized. Malignancies are associated with chronic inflammation, endothelial dysfunction, and electrolyte imbalances, all of which potentiate contrast toxicity (Rosner & Perazella, 2017). Hyponatremia, as seen in this patient, independently predicts AKI severity and mortality in CIN (Waikar, Mount, & Curhan, 2009).

Notably, this patient underwent two CT scans within 72 hours: a contrast-enhanced study followed by a non-contrast scan. Cumulative contrast exposure, even at moderate doses, amplifies nephrotoxic risk (Heinrich et al., 2009). Current guidelines discourage repeated contrast administration within 48 hours for high-risk patients, yet adherence remains inconsistent in oncology (van der Molen et al., 2018).

Unilateral involvement may suggest pre-existing asymmetrical renal vulnerability. The right kidney’s hyperdensity and hemorrhage could reflect localized vascular injury exacerbated by contrast-induced oxidative stress (Hardiek et al., 2001). Alternatively, peritoneal carcinomatosis

may have caused mechanical compression or inflammatory infiltration of the right ureter or vasculature, impairing contrast clearance and amplifying regional toxicity (Gershman et al., 2017). The absence of anticoagulant use or trauma underscores the need to explore novel mechanisms in malignancy-associated CIN.

This case underscores three critical clinical insights: First, baseline creatinine levels may inadequately reflect renal reserve in cachectic or elderly patients, as evidenced by the development of contrast-induced nephropathy (CIN) despite a normal baseline creatinine of 1.1 mg/dL, highlighting the necessity for alternative biomarkers such as cystatin C to assess renal vulnerability in high-risk populations (Levey & Coresh, 2012; Shlipak et al., 2013). Second, the delayed onset of acute kidney injury (AKI) three days post-contrast exposure beyond the typical 48-hour window aligns with reports of prolonged nephrotoxic trajectories in patients with comorbidities like sepsis or heart failure, suggesting malignancy-associated systemic inflammation may similarly delay CIN manifestation (Pickering, James, & Palmer, 2015). Third, refractory hyponatremia (116 mmol/L) likely exacerbated renal dysfunction, as malignancy-related factors such as syndrome of inappropriate antidiuretic hormone (SIADH) and chronic volume depletion create a bidirectional pathological relationship with AKI, complicating fluid and electrolyte management in CIN (Ellison & Berl, 2007). These findings collectively emphasize the multifactorial interplay between malignancy, contrast toxicity, and renal pathophysiology.

Comparatively, Hong et al. (2016) found that cancer patients with CIN had a 4.2-fold higher mortality risk compared to cancer patients without CIN, likely due to systemic vulnerabilities such as hypoalbuminemia and comorbidities (Hong et al., 2016). Our case aligns with these findings, as the patient's limited physiological reserve and pre-existing frailty rendered standard therapies ineffective.

CONCLUSIONS

This case underscores the multifactorial nature of CIN in oncologic patients, where malignancy-related vulnerabilities amplify contrast nephrotoxicity despite normal baseline renal markers. Clinicians must adopt rigorous risk stratification, including assessment of frailty and inflammatory status, when ordering contrast studies in this population. Prophylactic hydration, biomarker-guided monitoring, and multidisciplinary coordination are essential to mitigate adverse outcomes. Future research should explore the interplay between tumor biology and contrast-induced renal injury to refine preventive strategies.

REFERENCES

Andreucci, M., Faga, T., Pisani, A., et al. (2014). Acute kidney injury by radiographic contrast media: Pathogenesis and prevention. *Biomedical Research International, 2014*, 362725.

Chronopoulos, A., Cruz, D. N., & Ronco, C. (2010). Hospital-acquired acute kidney injury in the elderly. *Nature Reviews Nephrology, 6*(3), 141–149.

Ellison, D. H., & Berl, T. (2007). Clinical practice. The syndrome of inappropriate antidiuresis. *New England Journal of Medicine, 356*(20), 2064–2072.

Gershman, B., Moreira, D. M., Thompson, R. H., et al. (2017). Renal cell carcinoma with isolated lymph node involvement: Long-term natural history and predictors of oncologic outcomes following surgical resection. *European Urology, 72*(2), 300–306.

Hardiek, K., Katholi, R. E., Ramkumar, V., et al. (2001). Proximal tubule cell response to radiographic contrast media. *American Journal of Physiology-Renal Physiology, 280*(1), F61–F70.

Heinrich, M. C., Haberle, L., Muller, V., et al. (2009). Nephrotoxicity of iso-osmolar iodixanol compared with nonionic low-osmolar contrast media: Meta-analysis of randomized controlled trials. *Radiology, 250*(1), 68–86.

Heyman, S. N., Rosen, S., Khamaisi, M., et al. (2010). Reactive oxygen species and the pathogenesis of radiocontrast-induced nephropathy. *Investigative Radiology, 45*(4), 188–195.

Hong, S. I., Ahn, S., Lee, Y. S., Kim, W. Y., Lim, K. S., Lee, J. H., & Lee, J. L. (2016). Contrast-induced nephropathy in patients with active cancer undergoing contrast-enhanced computed tomography. Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer, 24(3), 1011–1017.

James, M. T., Samuel, S. M., Manning, M. A., et al. (2013). Contrast-induced acute kidney injury and risk of adverse clinical outcomes after coronary angiography: A systematic review and meta-analysis. *Circulation: Cardiovascular Interventions, 6*(1), 37–43.

KDIGO. (2012). KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney International Supplements, 2*(1), 1–138.

Levey, A. S., & Coresh, J. (2012). Chronic kidney disease. *The Lancet, 379*(9811), 165–180.

McCullough, P. A., Wolyn, R., Rocher, L. L., et al. (1997). Acute renal failure after coronary intervention: Incidence, risk factors, and relationship to mortality. *The American Journal of Medicine, 103*(5), 368–375.

Mehran, R., & Nikolsky, E. (2006). Contrast-induced nephropathy: Definition, epidemiology, and patients at risk. *Kidney International Supplements, 100*, S11–S15.

Mehran, R., Aymong, E. D., Nikolsky, E., et al. (2004). A simple risk score for prediction of contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention: Development and initial validation. *Journal of the American College of Cardiology, 44*(7), 1393–1399.

Nash, K., Hafeez, A., & Hou, S. (2002). Hospital-acquired renal insufficiency. *American Journal of Kidney Diseases, 39*(5), 930–936.

Pickering, J. W., James, M. T., & Palmer, S. C. (2015). Acute kidney injury and prognosis after cardiopulmonary bypass: A meta-analysis of cohort studies. *American Journal of Kidney Diseases, 65*(2), 283–293.

Porta, C., Cosmai, L., Gallieni, M., et al. (2015). Renal effects of targeted anticancer therapies. *Nature Reviews Nephrology*, *11*(6), 354–370.

Rosner, M. H., & Perazella, M. A. (2017). Acute kidney injury in patients with cancer. *New England Journal of Medicine*, *376*(18), 1770–1781.

Rudnick, M. R., Davidson, C., Laskey, W., Stafford, J. L., Sherwin, P. F., & VALOR Trial Investigators (2008). Nephrotoxicity of iodixanol versus ioversol in patients with chronic kidney disease: the Visipaque Angiography/Interventions with Laboratory Outcomes in Renal Insufficiency (VALOR) Trial. *American heart journal*, *156*(4), 776–782.

Shlipak, M. G., Matsushita, K., Arnlov, J., et al. (2013). Cystatin C versus creatinine in determining risk based on kidney function. *New England Journal of Medicine*, *369*(10), 932–943.

Subramaniam, R. M., Suarez-Cuervo, C., Wilson, R. F., et al. (2016). Effectiveness of prevention strategies for contrast-induced nephropathy: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Internal Medicine*, *164*(6), 406–416.

Tumlin, J., Stacul, F., Adam, A., et al. (2006). Pathophysiology of contrast-induced nephropathy. *The American Journal of Cardiology*, *98*(6A), 14K–20K.

van der Molen, A. J., Reimer, P., Dekkers, I. A., et al. (2018). Post-contrast acute kidney injury—Part 1: Definition, clinical features, incidence, role of contrast medium and risk factors. *European Radiology*, *28*(7), 2845–2855.

Waikar, S. S., Mount, D. B., & Curhan, G. C. (2009). Mortality after hospitalization with mild, moderate, and severe hyponatremia. *The American Journal of Medicine*, *122*(9), 857–865.

DALAK İNFARKT İLE PRESENTE OLAN POLİARTERİTİS NODOZA: TANISAL ZORLUK

Hacı Mehmet ÇALIŞKAN
Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Medicine, Department of Emergency Medicine, 40100, Merkez, Kırşehir, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7370-420X

ÖZET

Poliarteritis nodoza (PAN), orta çaplı arterleri tutan, anevrizma, tromboz ve iskemik komplikasyonlara yol açan nadir bir sistemik vaskülittir. Bu olgu sunumunda, ani başlangıçlı sol üst ve orta karın ağrısı ile başvuran 36 yaşında bir erkek hasta tartışılmaktadır. İlk değerlendirmede stabil vital bulgular, lokalize hassasiyet ve elektrokardiyografide sinüs taşikardisi saptandı. Kontrastlı abdominal BT'de, çölyak arter bifurkasyonundan hepatik ve splenik arterlere uzanan diseksiyon ve splenik enfarkt görüldü. Ancak sonraki anjiyografi ve histopatolojik inceleme, hepatit B virüsü (HBV) ve antinötrofil sitoplazmik antikor (ANCA) negatifliğine rağmen PAN'ı doğruladı ve mikroanevrizmalar ile transmural enflamasyon gösterdi. Tedavide kortikosteroid (prednizon 1 mg/kg/gün), azatiopürin (2 mg/kg/gün) ve dual antiplatelet tedavi (aspirin ve klopidogrel) ile semptomatik düzelme sağlandı. Olgu, PAN'ın tanısal zorluklarını, özellikle arteriyel diseksiyonu taklit edebilme özelliğini vurgulamakta ve yanlış tanıyı önlemek için multimodal görüntüleme (anjiyografi) ve histopatolojinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. PAN'da gastrointestinal tutulum (%14–65) sıklıkla iskemi veya enfarkt şeklinde görülürken, splenik enfarkt nadirdir (%5–10). Şiddetli ağrıya rağmen peritonit bulgularının olmaması, PAN'ın subakut iskemik patolojisini yansıtmaktadır. İmmünosupresyon tedavinin temelini oluştururken, antiplatelet ajanlar trombotik komplikasyonlarda kullanılabilir. Bu vaka üç önemli ders sunmaktadır: PAN'ın diğer vasküler patolojileri taklit edebilmesi, geniş ayırıcı tanı gerektirir; BT tek başına yanıltıcı olabilir, anjiyografi tanıda altın standarttır; İmmünosupresyon ve antiplateletlerin kombine kullanımı, trombotik komplikasyonlarda sonuçları iyileştirebilir. PAN'ın değişken klinik tablolarına yönelik farkındalık, tanı gecikmelerini azaltmak ve prognozu iyileştirmek için kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Polyarteritis nodosa, vaskülit, splenik enfarkt

POLYARTERITIS NODOSA PRESENTING AS SPLENIC INFARCTION: DIAGNOSTIC CHALLENGE

ABSTRACT

Polyarteritis nodosa (PAN) is a rare systemic necrotizing vasculitis primarily affecting medium-sized arteries, leading to aneurysms, thrombosis, and ischemic complications. This case report describes a 36-year-old male presenting with sudden-onset left upper and mid-abdominal pain, initially suggestive of arterial dissection. Clinical evaluation revealed stable vital signs, localized tenderness, and sinus tachycardia on electrocardiogram. Contrast-enhanced abdominal CT showed dissection extending from the celiac artery bifurcation to hepatic and splenic arteries, with splenic infarction (Figure 1). However, subsequent angiography and histopathological analysis confirmed PAN, demonstrating microaneurysms and transmural inflammation, despite negative serology for hepatitis B virus (HBV) and antineutrophil cytoplasmic antibodies (ANCA). Treatment with corticosteroids (prednisone 1 mg/kg/day), azathioprine (2 mg/kg/day), and dual antiplatelet therapy (aspirin and clopidogrel) led to symptomatic improvement and discharge. The case underscores PAN's diagnostic challenges, particularly its mimicry of arterial dissection, emphasizing the need for multimodal imaging (angiography) and histopathology to avoid misdiagnosis. Gastrointestinal involvement, seen in 14–65% of PAN cases, often manifests as ischemia or infarction, but splenic infarction remains rare (5–10%). The absence of peritoneal signs despite severe pain highlights PAN's subacute ischemic pathology. Immunosuppression remains the cornerstone of therapy, with antiplatelet agents reserved for thrombotic complications. This report highlights three key lessons: PAN's ability to mimic other vascular pathologies necessitates broad differential diagnoses; CT alone may be misleading, underscoring angiography's diagnostic supremacy; and tailored therapy combining immunosuppression and antiplatelets can optimize outcomes in thrombotic complications. Increased clinician awareness of PAN's varied presentations is critical to reduce diagnostic delays and improve prognosis.

Keywords: Polyarteritis nodosa, vasculitis, splenic infarction

1. INTRODUCTION

Polyarteritis nodosa (PAN) is a systemic necrotizing vasculitis affecting primarily medium arteries, leading to aneurysm, thrombosis, and tissue ischemia (Pagnoux et al., 2010). Described first in 1866, the yearly incidence of PAN has been estimated at 3–4.5 cases/million population, with a moderate male predominance (Lightfoot et al., 1990; Mohammad et al., 2007). The etiology is unknown, though associations with infection with hepatitis B virus (HBV), genetics, and immune

dysregulation have been postulated (Guillevin et al., 2011). PAN has a clinical picture of nonspecific constitutional symptoms (e.g., fever, weight loss) and organ-specific manifestations, such as skin lesions, neuropathy, renal ischemia, and gastrointestinal sequelae (Hernández-Rodríguez et al., 2014). Diagnosis relies on histopathological evidence of vasculitis or angiographic visualization of aneurysms and stenoses, supported by the American College of Rheumatology (ACR) criteria (Lightfoot et al., 1990). Early diagnosis is important because untreated PAN carries a high mortality rate from vascular events (Stone, 2002). The following case of PAN presenting as arterial dissection highlights the difficulty in diagnosis and the necessity of considering vasculitis in atypical presentations.

2. MATERIALS AND METHODS

A 36-year-old male presented to the emergency department with sudden onset of left upper and mid-abdominal pain. Alert (Glasgow Coma Scale 15) with stable vital signs: blood pressure 150/90 mmHg, heart rate 92 bpm, respiratory rate 22/min, and oxygen saturation 96%. Local tenderness but no rebound or guarding on physical exam, and otherwise normal abdominal, cardiac, and neurologic exams. The electrocardiogram showed sinus tachycardia.

Contrast-enhanced CT abdomen revealed dissection from celiac artery bifurcation to the hepatic and splenic arteries with segmental spleen infarction (Figure 1).

Figure 1. Contrast-enhanced CT abdomen demonstrates dissection in the splenic arteries with segmental spleen infarction.



The patient was transferred to a tertiary care facility, and recurrence imaging excluded dissection. Serological tests for HBV, ANCA, and anti-nuclear antibodies were negative. In view of evidence from the angiogram of microaneurysm development and transmural inflammatory changes on biopsy of arteries, PAN with vasculitis was diagnosed. Treatment with corticosteroids (prednisone 1 mg/kg/day), azathioprine (2 mg/kg/day), aspirin (300 mg), and clopidogrel (75 mg) resulted in symptomatic improvement and discharge in stable condition.

3. RESULTS AND DISCUSSION

PAN is characterized by medium artery transmural inflammation with fibrinoid necrosis, aneurysm formation, and end-organ damage (De Virgilio et al., 2016). Three of ten items in the 1990 ACR criteria are required, such as weight loss, livedo reticularis, testicular pain, myalgias, neuropathy, hypertension, renal dysfunction, HBV seropositivity, defects on angiogram, or biopsy-proven vasculitis (Lightfoot et al., 1990). In the current scenario, although HBV was absent, angiography and clinical findings fulfilled diagnostic criteria. Gastrointestinal presentation occurs in 14–65% of PAN cases and typically occurs as perforation, mesenteric ischemia, or infarction (Gayraud et al., 2001). Splenic infarction, as in this case, is rare but in 5–10% of patients (Pagnoux, 2016). The absence of guarding or rebound tenderness in the presence of severe pain may be secondary to the subacute process of ischemic injury as opposed to acute surgical etiology. This example shows how PAN can be imitative of other vascular diseases. Initial CT findings in favor of dissection underline the similarity of imaging characteristics between vasculitis and arterial dissection. Dissection is rare in PAN but can occur as a consequence of vessel wall weakening secondary to inflammation (de Menthon & Mahr, 2011). Angiography is still the gold standard for discriminating aneurysms (PAN) from dissections, which do not have the typical "string of beads" appearance (Jennette et al., 2013). Treatment is corticosteroid immunosuppression and cyclophosphamide or azathioprine in extensive disease (Stone, 2002). In this patient, the addition of aspirin and clopidogrel was to prevent the thrombotic hazards of splenic infarct. Though not routinely recommended for PAN, antiplatelet therapy could be appropriate for thrombosis or high ischemic burden situations (De Virgilio et al., 2016).

This case highlights three important points: one, the danger of misdiagnosis due to the ability of PAN to mimic arterial dissection that requires keen differential diagnosis among those with catastrophic abdominal pain; two, limits of imaging only as CT findings could be misleading and highlight the paramount role of angiography and histopathology for diagnosis; three, importance

of individual therapy whereby combination of immunosuppression (i.e., corticosteroids and azathioprine) and antiplatelet agents (e.g., aspirin and clopidogrel) is seen to augment the outcome of thrombotic complication of PAN in particular instances, such as in splenic infarct or arterial ischemia (De Virgilio et al., 2016; Jennette et al., 2013).

CONCLUSIONS

PAN is a rare but potentially fatal vasculitis that requires high clinical suspicion, particularly in patients with atypical abdominal pain and vascular dysfunction. This case also underscores the challenge of distinguishing PAN from arterial dissection and the necessity for multimodal imaging and serologic testing. Immunosuppression as an early measure remains the mainstay of treatment, with adjunctive antiplatelet therapy reserved for carefully selected patients. Increased awareness of PAN's varied presentations can reduce delays in diagnosis and improve prognoses.

REFERENCES

De Virgilio, A., Greco, A., Magliulo, G., Gallo, A., Ruoppolo, G., Conte, M., Martellucci, S., & de Vincentiis, M. (2016). Polyarteritis nodosa: A contemporary overview. Autoimmunity Reviews, 15(6), 564–570. https://doi.org/10.1016/j.autrev.2016.02.015

de Menthon, M., & Mahr, A. (2011). Treating polyarteritis nodosa: Current state of the art. Clinical and Experimental Rheumatology, 29(1 Suppl 64), S110–S116.

Gayraud, M., Guillevin, L., le Toumelin, P., Cohen, P., Lhote, F., Casassus, P., & Jarrousse, B. (2001). Long-term followup of polyarteritis nodosa, microscopic polyangiitis, and Churg-Strauss syndrome: Analysis of four prospective trials including 278 patients. Arthritis & Rheumatism, 44(3), 666–675. https://doi.org/10.1002/1529-0131(200103)44:3<666::AID-ANR116>3.0.CO;2-A

Guillevin, L., Pagnoux, C., Seror, R., Mahr, A., Mouthon, L., & Toumelin, P. L. (2011). The Five-Factor Score revisited: Assessment of prognoses of systemic necrotizing vasculitides based on the French Vasculitis Study Group (FVSG) cohort. Medicine, 90(1), 19–27. https://doi.org/10.1097/MD.0b013e318205a4c6

Hernández-Rodríguez, J., Alba, M. A., Prieto-González, S., & Cid, M. C. (2014). Diagnosis and classification of polyarteritis nodosa. Journal of Autoimmunity, 48-49, 84–89. https://doi.org/10.1016/j.jaut.2014.01.029

Jennette, J. C., Falk, R. J., Bacon, P. A., Basu, N., Cid, M. C., Ferrario, F., Flores-Suarez, L. F., Gross, W. L., Guillevin, L., Hagen, E. C., Hoffman, G. S., Jayne, D. R., Kallenberg, C. G., Lamprecht, P., Langford, C. A., Luqmani, R. A., Mahr, A. D., Matteson, E. L., Merkel, P. A., … Watts, R. A. (2013). 2012 revised International Chapel Hill Consensus Conference Nomenclature of Vasculitides. Arthritis & Rheumatism, 65(1), 1–11. https://doi.org/10.1002/art.37715

Lightfoot, R. W., Jr., Michel, B. A., Bloch, D. A., Hunder, G. G., Zvaifler, N. J., McShane, D. J., Arend, W. P., Calabrese, L. H., Leavitt, R. Y., Lie, J. T., et al. (1990). The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of polyarteritis nodosa. Arthritis & Rheumatism, 33(8), 1088–1093. https://doi.org/10.1002/art.1780330805

Mohammad, A. J., Jacobsson, L. T., Mahr, A. D., Sturfelt, G., & Segelmark, M. (2007). Prevalence of Wegener's granulomatosis, microscopic polyangiitis, polyarteritis nodosa and Churg-Strauss syndrome within a defined population in southern Sweden. Rheumatology, 46(8), 1329–1337. https://doi.org/10.1093/rheumatology/kem107

Pagnoux, C. (2016). Updates in ANCA-associated vasculitis. European Journal of Rheumatology, 3(3), 122–133. https://doi.org/10.5152/eurjrheum.2015.0043
Pagnoux, C., Seror, R., Henegar, C., Mahr, A., Cohen, P., Le Guern, V., Bienvenu, B., Mouthon, L., & Guillevin, L. (2010). Clinical features and outcomes in 348 patients with polyarteritis nodosa: A systematic retrospective study of patients diagnosed between 1963 and 2005 and entered into the French Vasculitis Study Group Database. Arthritis & Rheumatism, 62(2), 616–626. https://doi.org/10.1002/art.27240
Stone, J. H. (2002). Polyarteritis nodosa. JAMA, 288(13), 1632–1639. https://doi.org/10.1001/jama.288.13.1632

UYLUK APSE SEMPTOMUYLA GİZLENEN BRUSELLOZ VAKASI

Dr. Öğr. Üyesi Enes DALMANOĞLU
Balıkesir University, Faculty of Medicine, Department of Infectious Diseases and Clinical Microbiology, Balıkesir, Türkiye.
ORCID: 0000-0003-4425-5649

ÖZET

Bruselloz, Brucella türü bakterilerin neden olduğu, hem insanları hem de hayvanları etkileyebilen bulaşıcı bir zoonotik hastalıktır. Komplike olmayan brusellozun zamanında ve yeterli tedavi edilmemesi durumunda enfeksiyon komplike hale gelebilir ve nadir klinik tablolarla prezente olabilir. Bu olgu ile, yumuşak doku apsesi şeklinde ortaya çıkan brusellozun ayırıcı tanıda düşünülmesinin önemini vurgulamak amaçlanmıştır.

Altmış beş yaşındaki erkek hasta, sağ uylukta yaklaşık üç haftadır devam eden ağrılı şişlik, ateş ve halsizlik şikayetleri ile polikliniğimize başvurdu. Başvurusundan önce farklı sağlık merkezlerinde oral amoksisilin-klavulanik asit ve sefuroksim tedavileri almış, ancak klinik yanıt alınamamıştı. Hasta anamnezinde kırsal bölgede yaşadığı, aktif olarak hayvancılıkla uğraştığı, hayvan doğumlarında eldivensiz temas ettiği ve ev yapımı taze süt ve süt ürünlerini tükettiği öğrenildi. Altı ay önce ateş, gece terlemesi ve eklem ağrısı şikayetleri ile başka bir merkezde bruselloz tanısı aldığı ve doksisiklin 2x100 mg po ile rifampisin 1x600 mg po tedavisi başlandığı, ancak ilaçları yalnızca üç hafta süreyle düzensiz kullandığı, takip randevularına gitmediği öğrenildi. Fizik muayenede sağ uyluk medialinde kızarıklık, ısı artışı ve yaklaşık 4 cm çapında, fluktuasyon veren, ağrılı kitle palpe edildi. Yapılan yüzeyel ultrasonografide, yumuşak doku içinde yoğun içerikli 38 mm çaplı apse formasyonu izlendi. Laboratuvar değerlendirmede hemogram normal sınırlarda, CRP: 87 mg/L, sedimentasyon: 61 mm/saat olarak saptandı. Rose Bengal testi pozitif, *Brucella* tüp aglütinasyon testi (STA): 1/640 titrede pozitif bulundu. Apse aspire edilerek kültüre gönderildi. Kültürde dördüncü günde *Brucella spp.* üremesi saptandı. Hasta, oral doksisiklin 2x100 mg ve rifampisin 1x600 mg tedavisi ile 6 hafta süreyle yeniden tedaviye alındı. Tedavinin sonunda klinik ve laboratuvar bulgularında tam düzelme gözlendi; lezyon bölgesindeki apse tamamen regrese oldu. Bruselloz, endemik bölgelerde farklı klinik bulgularla karşımıza çıkabilir. Uygun ve yeterli tedavi almayan ya da riskli teması devam eden bireylerde hastalık nüks edebilir. Yumuşak doku apsesi gibi atipik prezentasyonlarda bruselloz ayırıcı tanıda mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Apse, bruselloz, yumuşak doku enfeksiyonu, zoonoz

A CASE OF BRUCELLOSIS PRESENTING AS A THIGH ABSCESS

ABSTRACT

Brucellosis is an infectious zoonotic disease caused by Brucella bacteria that can affect both humans and animals. If uncomplicated brucellosis is not diagnosed and treated in a timely and appropriate manner, the infection may become complicated and present with rare clinical manifestations. This case aims to emphasize the importance of considering brucellosis in the differential diagnosis of soft tissue abscesses.

A 65-year-old male patient presented to our outpatient clinic with complaints of painful swelling in the right thigh, fever, and fatigue that had been ongoing for approximately three weeks. Prior to admission, the patient had been prescribed oral amoxicillin-clavulanic acid and cefuroxime at different healthcare facilities, without clinical improvement. Upon further anamnesis, it was revealed that the patient resided in a rural area, was actively engaged in livestock farming, had ungloved contact during animal deliveries, and consumed homemade fresh milk and dairy products. Six months earlier, the patient had been diagnosed with brucellosis at another center due to complaints of fever, night sweats, and joint pain. He had been prescribed doxycycline 100 mg twice daily and rifampicin 600 mg once daily, but had taken the medications irregularly for only three weeks and failed to attend follow-up appointments. On physical examination, erythema, increased local temperature, and a painful, fluctuant mass approximately 4 cm in diameter were palpated on the medial aspect of the right thigh. Superficial ultrasonography revealed a 38 mm abscess formation with dense internal content in the soft tissue. Laboratory tests showed normal complete blood count, C-reactive protein (CRP) level of 87 mg/L, and erythrocyte sedimentation rate (ESR) of 61 mm/hour. The Rose Bengal test was positive, and the standard tube agglutination (STA) test for *Brucella* was positive at a 1:640 titer. The abscess was aspirated and sent for culture, which yielded growth of *Brucella spp.* on the fourth day. The patient was re-treated with oral doxycycline 100 mg twice daily and rifampicin 600 mg once daily for six weeks. At the end of therapy, both clinical and laboratory findings showed complete resolution, and the abscess had fully regressed. Brucellosis may present with various clinical manifestations in endemic regions. In individuals who do not receive appropriate treatment or who remain at risk due to ongoing exposure, the disease may relapse. Brucellosis should always be considered in the differential diagnosis of atypical presentations such as soft tissue abscesses.

Keywords: Abscess, brucellosis, soft tissue infection, zoonosis

ENHANCED EFFICIENCY AND STABILITY IN POLYMER-BASED LSCS USING

Doç. Dr. Betül CANIMKURBEY
Ankara Hacı Bayram Veli University, Faculty of Polatli Science and Art, Department of Physics, 06900 Polatlı, Ankara
ORCID ID: 0000-0002-6102-5709

ABSTRACT

Luminescent solar concentrators (LSCs) are gaining traction as effective platforms for enhancing solar energy harvesting by capturing incident sunlight and redirecting it toward edge-mounted photovoltaic (PV) cells. Among the wide array of luminophores explored, conjugated polymers offer a unique combination of tunable optical properties, excellent solution processability, and mechanical flexibility. In particular, poly[2-methoxy-5-(3’,7’-dimethyloctyloxy)-1,4-phenylenevinylene] (MDMO-PPV) stands out due to its broad absorption profile and high photoluminescence quantum yield, making it a compelling alternative to conventional polymeric materials in LSC applications. However, despite these advantages, the implementation of MDMO-PPV in LSC systems remains relatively unexplored.

This study presents the fabrication and detailed optical characterization of MDMO-PPV-based LSCs, with a focus on evaluating their spectral performance and benchmarking against established polymer-based systems. Key limitations of conventional LSCs, such as reabsorption losses and restricted Stokes shifts, are addressed through careful material selection and design optimization. By systematically analyzing the photophysical behavior of MDMO-PPV under different conditions, this work contributes to the ongoing efforts to enhance the efficiency and scalability of polymer-based LSCs. The insights gained offer valuable guidance for the development of cost-effective, high-performance luminescent materials for integration into next-generation solar energy technologies.

Keywords: Conjugated polymers, MDMO-PPV, luminance solar concentrator.

1. INTRODUCTION

The growing global demand for sustainable and efficient energy technologies has accelerated the development of advanced photovoltaic platforms, among which luminescent solar concentrators (LSCs) have emerged as a compelling solution for light harvesting and photon management. LSCs utilize luminescent materials embedded within transparent waveguides to absorb incoming solar radiation, re-emit photons at longer wavelengths, and direct them toward peripheral photovoltaic (PV) cells for electricity generation. This decoupling of light absorption and energy conversion

enables LSCs to be lightweight, semi-transparent, and compatible with flexible substrates, features that render them highly attractive for building-integrated photovoltaics (BIPV), wearable electronics, and portable solar devices.

Polymer-based LSCs are particularly advantageous due to their optical transparency, low cost, facile processability, and scalability to large-area manufacturing. In this regard, conjugated polymers have attracted increasing attention as luminophores thanks to their tunable photophysical properties, broad visible-light absorption, high photoluminescence quantum yields, and large absorption cross-sections. Despite these advantages, traditional systems like P3HT and MEH-PPV often suffer from narrow absorption windows and limited Stokes shifts, leading to high reabsorption losses and reduced photon collection efficiency.

To address these challenges, recent studies have explored advanced polymer systems with improved spectral and morphological characteristics. Among them, poly[2-methoxy-5-(3’,7’-dimethyloctyloxy)-1,4-phenylenevinylene] (MDMO-PPV) has shown exceptional promise due to its broader absorption profile, strong emission, and excellent solubility in organic solvents. Moreover, its compatibility with scalable coating techniques such as spin-coating and inkjet printing positions it as an ideal candidate for next-generation, high-efficiency LSCs.

In this study, we present the fabrication and detailed optical evaluation of MDMO-PPV-based LSCs. By systematically investigating the influence of polymer concentration, film thickness, and substrate type on performance parameters including absorbance, photoluminescence intensity, and waveguiding efficiency, we aim to establish MDMO-PPV as a viable, scalable, and environmentally benign luminophore for future LSC technologies.

2. MATERIAL AND METHODS

Poly(lauryl methacrylate) (PLMA) was selected as the host matrix due to its excellent optical transparency and ability to sterically stabilize MDMO-PPV luminophores. To prepare the precursor, 10 mg of MDMO-PPV was dispersed in 2 mL of PLMA under nitrogen in a glovebox. A UV-curable resin was formulated by mixing 0.25 wt% TPO (photoinitiator), 20 wt% EGDMA (crosslinker), and 80 wt% LMA (monomer), followed by homogenization in the dark for 4 hours. The MDMO-PPV solution was added to 34.5 mL of the host resin and stirred for 6 hours under light-free conditions. LSCs were fabricated by sealing two 3 mm-thick borosilicate glass plates with acrylic adhesive to form a cavity, which was purged with nitrogen and filled with the resin via syringe. Devices were then cured under 365 nm UV light for 20 minutes to achieve in situ

photopolymerization. Final LSCs had dimensions of 50 mm × 50 mm × 7 mm and displayed characteristic orange emission. Power conversion efficiency (η_{power}) was evaluated using an integrating sphere setup with a calibrated photodetector. Three edges of each LSC were masked with black tape, and emission from the remaining edge was measured and scaled by a factor of eight to account for symmetric output. Illumination was provided by a Newport 67005 quartz tungsten-halogen lamp, calibrated to match AM 1.5G conditions.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Optical properties are consistent with previous studies on conjugated polymers used in LSCs [1], reinforcing the potential of MDMO-PPV as a viable luminophore. Additionally, the emission wavelength lies within the transparency window of common substrates such as PMMA and glass, allowing for low optical attenuation and effective light transport to the edges of the device, where photovoltaic cells are located. It can be seen that representative LSC measurement set up prepared in this work in Figure 1.

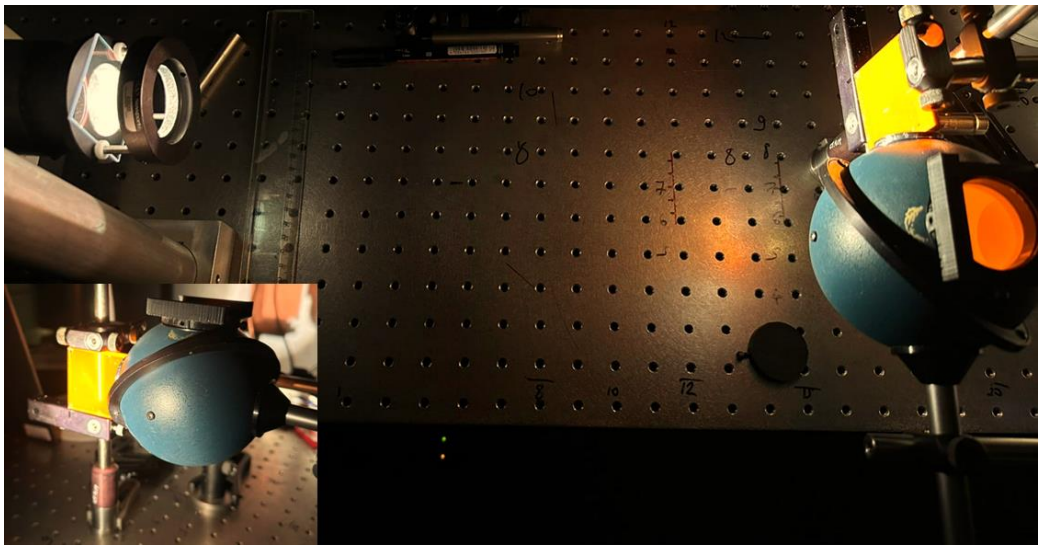


Figure 1. Representative LSC measurement set up prepared in this work.

The fabricated LSCs measured 50 mm × 50 mm in lateral dimensions with a total thickness of 7 mm, exhibiting broadband visible absorption and a distinct orange hue characteristic of MDMO-PPV emission (Fig. 2).

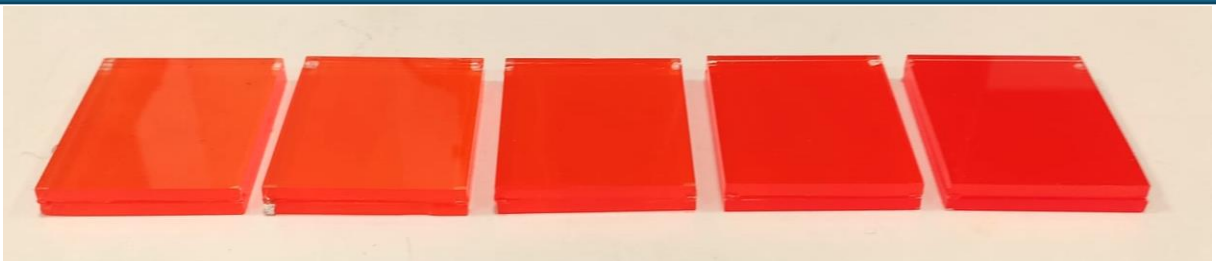


Figure 2. MDMO-PPV LSC films demonstrating concentration-dependent coloration and uniform optical quality.

Figure 3 presents the UV–Vis absorption and photoluminescence (PL) spectra of MDMO-PPV in solution, elucidating its key optical features for LSC applications. The absorption profile spans 400–550 nm, with a prominent peak around 470 nm attributed to π–π* electronic transitions along the conjugated polymer backbone [2]. This broad spectral range enables efficient harvesting of a significant portion of visible solar radiation. The PL spectrum shows a dominant emission at approximately 590 nm, resulting in a substantial Stokes shift of ~120 nm. This large spectral separation effectively reduces reabsorption losses—one of the primary limitations in waveguide-based devices—while minimal spectral overlap ensures high photoluminescence efficiency and efficient light confinement [3, 4].

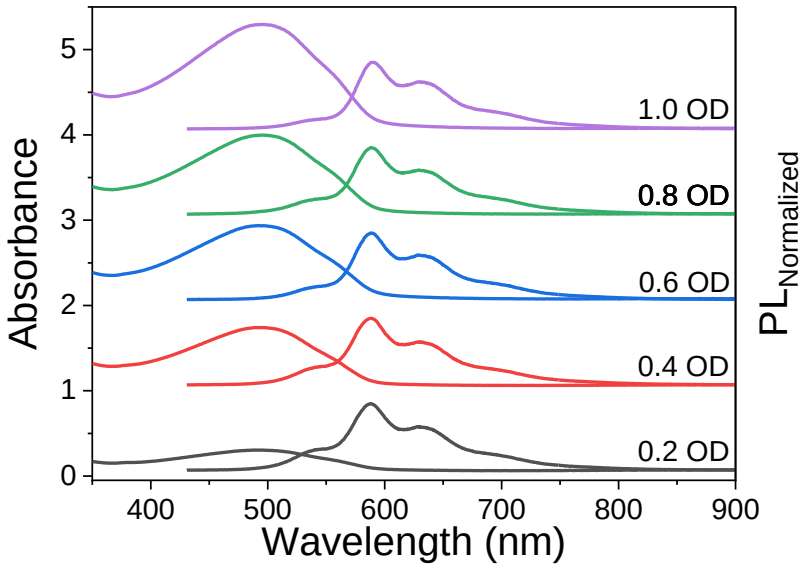


Figure 3. Absorbance spectra (left panels) and photoluminescence spectra (right panels) of LSCs obtained by photopolymerization with respect to the MDMO-PPV luminophore concentration.

These optical characteristics align well with prior studies on polymer-based LSCs [1], validating the effectiveness of MDMO-PPV as a luminophore. Furthermore, **Figure 3** also includes

photographs of LSC films containing various MDMO-PPV concentrations, taken under ambient and UV (365 nm) illumination. Under ambient light, a gradual deepening in film coloration with increasing polymer content indicates uniform dispersion of the luminophore. Upon UV excitation, all samples exhibit strong and homogeneous photoluminescence, with emission intensity increasing proportionally with MDMO-PPV loading.

4. CONCLUSIONS

This study demonstrated the successful fabrication and optical evaluation of MDMO-PPV-based luminescent solar concentrators (LSCs), highlighting their potential for efficient and scalable light-harvesting applications. MDMO-PPV's broad absorption spectrum and large Stokes shift (~120 nm) were found to be advantageous for minimizing reabsorption losses and enabling effective photon waveguiding. Uniform film morphology and strong photoluminescence were confirmed across various concentrations under UV illumination. Edge emission measurements under simulated solar light revealed a clear dependence of device performance on luminophore concentration. While moderate loading enhanced absorption and emission, excessive dye content resulted in reabsorption and self-quenching, underscoring the importance of concentration optimization. Stability assessments further showed that the photoluminescence remained consistent over time, indicating good photochemical stability within the polymer matrix. A schematic illustration of the waveguiding mechanism reinforced the physical understanding of light transport and loss pathways in the device. Collectively, these findings confirm the viability of MDMO-PPV as a cost-effective and photostable luminophore for polymer-based LSCs. With further refinement in formulation and encapsulation, such systems offer strong promise for integration into building-integrated photovoltaics and other next-generation solar energy technologies.

REFERENCES

[1] S. El-Bashir, "Effect of solvent polarity on the homogeneity and photophysical properties of MDMO-PPV films: towards efficient plastic solar cells," *Journal of King Saud University-Science,* vol. 31, no. 4, pp. 534-540, 2019.
[2] B. A. Al-Asbahi, A. A. Alanezi, and M. S. AlSalhi, "Photophysical characteristics of multicolor emitting MDMO-PPV–DMP/ZnO hybrid nanocomposites," *Molecules,* vol. 27, no. 3, p. 843, 2022.
[3] F. Meinardi, F. Bruni, and S. Brovelli, "Luminescent solar concentrators for building-integrated photovoltaics," *Nature Reviews Materials,* vol. 2, no. 12, pp. 1-9, 2017.
[4] Y. Zhou, H. Zhao, D. Ma, and F. Rosei, "Harnessing the properties of colloidal quantum dots in luminescent solar concentrators," *Chemical Society Reviews,* vol. 47, no. 15, pp. 5866-5890, 2018.

ÇEŞİTLİ GRADYAN TEMELLİ OPTİMİZASYON ALGORİTMALARI VE YALIN İÇ ÇARPIM İLE İKİLİ BİR GÖRSEL İÇİN KİMLİK VEKTÖRLERİ BELİRLEME

Saffet Gökçen ŞEN
Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Electrical and Electronic Engineering, 25100 Yakutiye, Erzurum
ORCID: 0000-0002-0748-5165

ÖZET

Judea Pearl çerçevesindeki nedensel çıkarım kuramı kapsamında, bir görsel için önerilen yönlü çevrimsiz çizge, ikili görseller için sayısal olarak doğrulanacak. Bu doğrulamada, karışmalar ve karşıolgusallar kullanılacağı için görsellerin kimliklerinin olması gerekiyor. Bu kimlikler, kimlik vektörleri ile temsil ediliyor. Dolayısıyla da kimlik vektörlerinin üretilmesi, sayısal doğrulama için önemlidir. İkili bir görsel, gözeklerinin iki tam sayı değerden birini aldığı bir görseldir. Böyle bir görsel, boyutları farklı olabilen dikdörtgensel alt görsellere ayrılıyor. Dikdörtgensel alt görsellerle aynı boyutta süzgeçler tanımlanıyor. Farklı alt görsel boyutları için farklı süzgeçler bulunuyor. Kimlik vektörünün her bileşeni bir alt görsel bölgesine karşılık geliyor. Her bileşen, alt görsel matrisi ile alt görselin boyutuna karşılık gelen süzgeç matrisinin iç çarpımına eşittir. Süzgeç matrislerinin değerleri başlangıçta rastgele atanıyor. Farklı dikdörtgensel alt görseller için farklı iç çarpım değerleri üreten süzgeç matrislerinin son değerleri, gradyan temelli optimizasyon algoritmaları ile bulunuyor. Optimizasyonun bir diğer hedefi de farklı dikdörtgensel alt görsellere karşılık gelen iç çarpım sonuçları, yani kimlik vektörünün bileşenleri, arasındaki farkın belli bir alt sınır değerden fazla olmasıdır. Temel gradyan temelli optimizasyona ek olarak ağırlıklandırılmış gradyan temelli optimizasyon, momentumlu ağırlıklandırılmış gradyan temelli optimizasyon ve Nesterov momentumlu ağırlıklandırılmış gradyan temelli optimizasyon kullanılarak kimlik vektörleri elde ediliyor. Her optimizasyon yöntemi, Python'da gerçekleştiriliyor. Bir örnek sorun üzerinde optimizasyon algoritmaları uygulanıyor ve sonuçlar bildiriliyor.

Anahtar Kelimeler: İkili görsellerin kimliklendirilmesi, gradyan temelli optimizasyon, momentumlu gradyan temelli optimizasyon, Nesterov momentumlu gradyan temelli optimizasyon

DETERMINATION OF IDENTITY VECTORS FOR BINARY IMAGES BY MEANS OF VARIOUS GRADIENT BASED OPTIMIZATION ALGORITHMS AND SIMPLE INNER PRODUCT

ABSTRACT

The directed acyclic graph proposed for an image within the causal inference framework of Judea Pearl is to be numerically validated for binary images. Since the interventions and the counterfactuals are to be used in this validation, the images should have identities. These identities

are represented by identity vectors. Therefore, the generation of identity vectors is important for numerical validation. A binary image is an image whose pixels can take one of two integer values. Such an image is divided into rectangular sub-images whose dimensions can be varying. Filters of the same dimension as the rectangular sub-images are defined. There are different filters for sub-images of different dimensions. Each component of an identity vector corresponds to a sub-image region. Each component is equal to the inner product of the sub-image matrix and the filter matrix corresponding to the dimension of the sub-image. The values of the filter matrices are randomly assigned initially. The final values of the filter matrices generating different inner product values for different rectangular sub-images are found by means of gradient based optimization algorithms. Another target of the optimization is that the difference between the values of the inner products, the identity vector components, corresponding to different rectangular sub-images are greater than a particular lower boundary value. The identity vectors are obtained by means of weighted gradient based optimization, weighted gradient based optimization with momentum and weighted gradient based optimization with Nesterov momentum in addition to the basic gradient based optimization. Each optimization method is implemented in Python. The optimization algorithms are applied to a sample problem and the results are reported.

Keywords: Binary image identification, gradient based optimization, gradient based optimization with momentum, gradient based optimization with Nesterov momentum

1. INTRODUCTION

Causal inference within the framework of Judea Pearl advocates that a data related problem must be dealt with by considering the cause-effect relationships among the features of the problem. Not only data but also the mechanisms generating the data must be taken into account. Conforming to the causal inference within the framework of Judea Pearl, a directed acyclic graph containing the cause-effect relationships was proposed for an image (Şen 2022a, 2022b, 2022c, 2022d). The numerical validation of this proposal is to be made for the case of binary images. In the numerical validation, the concepts of intervention and counterfactuals are to be used. This usage implies that a binary image can be mapped to a unique identity represented by an identity vector. One-to-one mapping between a binary image and an identity vector is to be realized by means of basic gradient-based optimization and modified versions of this basic optimization. The modified versions are weighted gradient-based optimization, weighted gradient-based optimization with momentum and weighted gradient-based optimization with Nesterov momentum.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Identity numbers and identity vectors

The pixels of a binary image can take one of two values. In this study, black pixels are denoted by -1 whereas white pixels are denoted by 1. Binary images of dimension 28x28 are worked on. Such a binary image divided into three regions as E, F and G is shown in the Fig. 1.

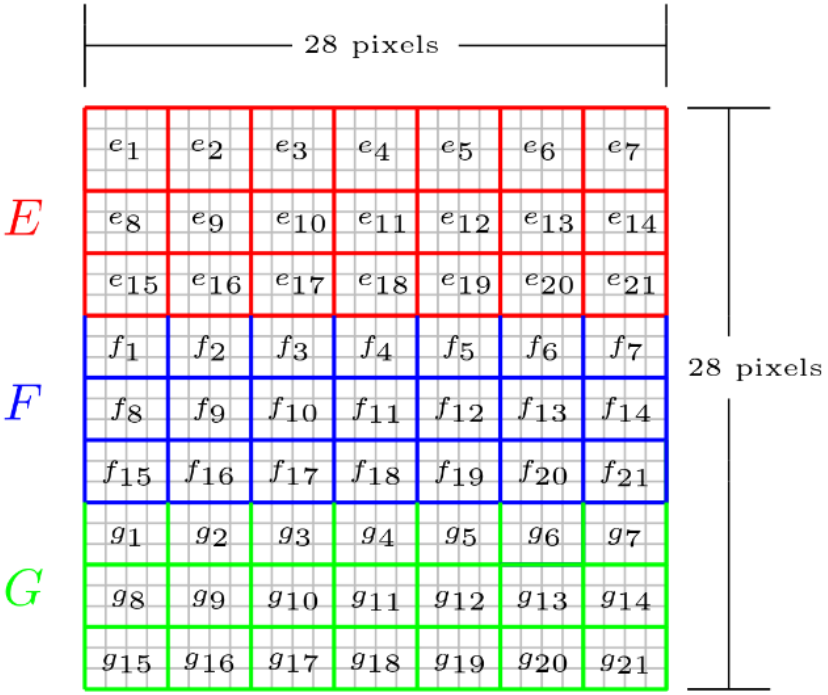


Fig. 1. A binary image divided into three regions as E, F and G.

The region E is divided into sub-images whose identity numbers are e_i (i = 1, …, 21). The regions F and G are similarly divided into sub-images with their identity numbers represented respectively by f_i (i = 1, …, 21) and g_i (i = 1, …, 21). The sub-images with identity numbers e_i (i = 1, …, 7) are of dimension 4x4. The rest of the sub-images are of dimension 4x3. Since there are two different dimensions as 4x4 and 4x3, two filters are needed to generate the identity numbers. It is assumed that the matrix P_1 represents a sub-image of dimension 4x4 and the matrix S_1 represents the filter corresponding to the dimension 4x4. P_1 and S_1 are given as follows:

$$P_1 = \begin{bmatrix} p_{1_{11}} & p_{1_{12}} & p_{1_{13}} & p_{1_{14}} \\ p_{1_{21}} & p_{1_{22}} & p_{1_{23}} & p_{1_{24}} \\ p_{1_{31}} & p_{1_{32}} & p_{1_{33}} & p_{1_{34}} \\ p_{1_{41}} & p_{1_{42}} & p_{1_{43}} & p_{1_{44}} \end{bmatrix} \quad S_1 = \begin{bmatrix} s_{1_{11}} & s_{1_{12}} & s_{1_{13}} & s_{1_{14}} \\ s_{1_{21}} & s_{1_{22}} & s_{1_{23}} & s_{1_{24}} \\ s_{1_{31}} & s_{1_{32}} & s_{1_{33}} & s_{1_{34}} \\ s_{1_{41}} & s_{1_{42}} & s_{1_{43}} & s_{1_{44}} \end{bmatrix} \tag{1}$$

Similarly, let the matrix P_2 represent a sub-image of dimension 4x3 and let the matrix S_2 represent the filter corresponding to the dimension 4x3. P_2 and S_2 can be written as follows:

$$P_2 = \begin{bmatrix} p_{2_{11}} & p_{2_{12}} & p_{2_{13}} \\ p_{2_{21}} & p_{2_{22}} & p_{2_{23}} \\ p_{2_{31}} & p_{2_{32}} & p_{2_{33}} \\ p_{2_{41}} & p_{2_{42}} & p_{2_{43}} \end{bmatrix} \quad S_2 = \begin{bmatrix} s_{2_{11}} & s_{2_{12}} & s_{2_{13}} \\ s_{2_{21}} & s_{2_{22}} & s_{2_{23}} \\ s_{2_{31}} & s_{2_{32}} & s_{2_{33}} \\ s_{2_{41}} & s_{2_{42}} & s_{2_{43}} \end{bmatrix} \tag{2}$$

The identity number of a sub-image of dimension 4x4 is generated by the inner product of P_1 with S_1. The inner product of P_1 and S_1 is symbolized and defined as follows:

$$< P_1, S_1 > = \sum_{i=1}^{4} \sum_{j=1}^{4} p_{1_{ij}} s_{1_{ij}} \tag{3}$$

In a similar way, the identity number of a sub-image of dimension 4x3 is generated by the inner product of P_2 with S_2. This inner product is as follows:

$$< P_2, S_2 > = \sum_{i=1}^{4} \sum_{j=1}^{3} p_{2_{ij}} s_{2_{ij}} \tag{4}$$

The identity numbers e_i (i = 1, …, 7) are obtained by

$$e_i =< E_i, S_1 > \ (i = 1, \dots, 7) \tag{5}$$

where E_i (i = 1, …, 7) are the 4x4 matrices corresponding to the 4x4 sub-images in the first row of the image in the Fig. 1. The identity numbers e_i (i = 8, …, 21) are calculated by

$$e_i =< E_i, S_2 > \ (i = 8, \dots, 21) \tag{6}$$

where E_i (i = 8, …, 21) are the 4x4 matrices corresponding to the 4x4 sub-images in the second and third rows of the image in the Fig. 1. The identity vector for the feature or variable E of the image in the Fig. 1 is written as follows:

$$[e_1 \quad \cdots \quad e_{21}]^T \tag{7}$$

The identity numbers f_i (i = 1, …, 21) are computed by

$$f_i =< F_i, S_2 > \ (i = 1, \dots, 21) \tag{8}$$

where F_i (i = 1, …, 21) are the 4x3 matrices corresponding to the 4x3 sub-images in F region of the image in the Fig. 1. The identity vector for the feature or variable F of the image in the Fig. 1 is written as follows:

$$[f_1 \quad \cdots \quad f_{21}]^T \tag{9}$$

The identity numbers g_i (i = 1, …, 21) are computed by

$$g_i =< G_i, S_2 > \ (i = 1, \dots, 21) \tag{10}$$

The identity vector for the feature or variable G of the image in the Fig. 1 is written as follows:

$$[g_1 \quad \cdots \quad g_{21}]^T \tag{11}$$

2.2 Basic gradient-based optimization

After the introduction of the concept of identity numbers and identity vectors, an algorithm for determining a filter of dimension 2x3 is to be explained. This filter can be used to generate identity numbers for sub-images of dimension 2x3. Let the filter to be found be symbolized by S. The matrix S is written as follows:

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} \end{bmatrix} \tag{12}$$

There can be 64 different binary images of dimension 2x3 because the permutations of -1 and 1 over a matrix of 2x3 is equal to 2^6=64. The inner product of the filter S with any of these 64 different images should generate an identity number unique to the image. Let P_1 and P_2 two images of dimension 2x3. If the condition

$$< P_1, S > - < P_2, S > \neq 0 \tag{13}$$

is satisfied for all binary combinations of 64 images, then it means that S can generate identity numbers for these images. In this work, the magnitude of the difference in the equation (13) is preferred to be a greater than a threshold of 0.2. The binary combinations of 64 images is equal to 2016. So, if 2016 differences of inner products are simultaneously greater than 0.2, then the filter S is said to be able to generate identity numbers unique to 64 images. S is to be found by means gradient-based optimization. 4 versions of gradient-based optimization are to be employed to find the filter S. In the first version, the differences whose magnitudes are not greater than the threshold are determined. These differences are to be increased so that they satisfy the constraint of being greater than the threshold. Let the k^{th} one of these differences be denoted by $d^{(k)}$ and written as follows:

$$d^{(k)} = (< P_1, S > - < P_2, S >)^{(k)} \Rightarrow$$

$$d^{(k)} = d_1^{(k)} s_{11} + d_2^{(k)} s_{12} + d_3^{(k)} s_{21} + d_4^{(k)} s_{22} + d_5^{(k)} s_{31} + d_6^{(k)} s_{32} \tag{14}$$

The gradient of the difference in the equation (14) is taken with respect to the filter S. This gradient can be expressed as follows:

$$\vec{\nabla}_S d^k = \hat{a}_{s_{11}} d_1^{(k)} + \hat{a}_{s_{12}} d_2^{(k)} + \hat{a}_{s_{21}} d_3^{(k)} + \hat{a}_{s_{22}} d_4^{(k)} + \hat{a}_{s_{31}} d_5^{(k)} + \hat{a}_{s_{32}} d_6^{(k)} \tag{15}$$

The direction of the gradient in the equation (15) is the direction in which the difference $d^{(k)}$ increases the fastest when the filter components are updated in that direction. So, in order to increase the k^{th} difference as fast as possible, the filter components should be updated as follows:

$$S_{11} \leftarrow S_{11} + \varepsilon \frac{d_1^{(k)}}{\sqrt{\left(d_1^{(k)}\right)^2 + \left(d_2^{(k)}\right)^2 + \left(d_3^{(k)}\right)^2 + \left(d_4^{(k)}\right)^2 + \left(d_5^{(k)}\right)^2 + \left(d_6^{(k)}\right)^2}} \quad (16)$$

$$S_{12} \leftarrow S_{12} + \varepsilon \frac{d_2^{(k)}}{\sqrt{\left(d_1^{(k)}\right)^2 + \left(d_2^{(k)}\right)^2 + \left(d_3^{(k)}\right)^2 + \left(d_4^{(k)}\right)^2 + \left(d_5^{(k)}\right)^2 + \left(d_6^{(k)}\right)^2}} \quad (17)$$

$$S_{21} \leftarrow S_{21} + \varepsilon \frac{d_3^{(k)}}{\sqrt{\left(d_1^{(k)}\right)^2 + \left(d_2^{(k)}\right)^2 + \left(d_3^{(k)}\right)^2 + \left(d_4^{(k)}\right)^2 + \left(d_5^{(k)}\right)^2 + \left(d_6^{(k)}\right)^2}} \quad (18)$$

$$S_{22} \leftarrow S_{22} + \varepsilon \frac{d_4^{(k)}}{\sqrt{\left(d_1^{(k)}\right)^2 + \left(d_2^{(k)}\right)^2 + \left(d_3^{(k)}\right)^2 + \left(d_4^{(k)}\right)^2 + \left(d_5^{(k)}\right)^2 + \left(d_6^{(k)}\right)^2}} \quad (19)$$

$$S_{31} \leftarrow S_{31} + \varepsilon \frac{d_5^{(k)}}{\sqrt{\left(d_1^{(k)}\right)^2 + \left(d_2^{(k)}\right)^2 + \left(d_3^{(k)}\right)^2 + \left(d_4^{(k)}\right)^2 + \left(d_5^{(k)}\right)^2 + \left(d_6^{(k)}\right)^2}} \quad (20)$$

$$S_{32} \leftarrow S_{32} + \varepsilon \frac{d_6^{(k)}}{\sqrt{\left(d_1^{(k)}\right)^2 + \left(d_2^{(k)}\right)^2 + \left(d_3^{(k)}\right)^2 + \left(d_4^{(k)}\right)^2 + \left(d_5^{(k)}\right)^2 + \left(d_6^{(k)}\right)^2}} \quad (21)$$

However, there can be more than one differences whose magnitudes do not satisfy the requirement of being greater than the threshold. Then, the vector sum of the directions of the gradients of these differences with respect to the filter components is calculated. Then, the filter components are updated according to the direction of the vector sum. The implementation of this optimization algorithm is given in Şen (2024a).

2.3 Weighted gradient-based optimization

The second version of the gradient-based optimization incorporates a weighting mechanism in the optimization. Not all the differences have the same magnitude. The differences whose magnitudes are smaller are given more emphasis in the vector sum of the gradient directions. The emphasis is realized in the vector sum of the gradient directions by means of a weighting coefficient which is inversely proportional to the difference magnitude. The implementation of this optimization algorithm is given in Şen (2024b).

2.4 Weighted gradient-based optimization with momentum

The third version of the gradient-based optimization utilizes momentum (Polyak 1963) in addition to the weighting. Momentum is equivalent to the weighted sum of all the gradients applied throughout the optimization. The older the gradient is, the less its weighting coefficient in the sum is. By means of momentum, the optimization path is smoothened and oscillations in the convergence are removed. The convergence is achieved faster. The implementation of this optimization algorithm is given in Şen (2024c).

2.5 Weighted gradient-based optimization with Nesterov momentum

The fourth version of the gradient-based optimization includes Nesterov momentum (Nesterov 1983) along with the weighting. Nesterov momentum is realized as follows: First, the filter coefficients are updated according to the weighted gradient-based optimization with momentum. Then, a basic gradient update is applied to the filter at the point reached as a result of the weighted gradient optimization with momentum. The implementation of this optimization algorithm is given in Şen (2024d).

3. RESULTS AND DISCUSSON

The four optimization algorithms were implemented in Python. The seed of randomness was set to 4 for the purpose of reproducibility of the results. The threshold was set to 0.2. The update step size ε in the equations (16-21) was set to 0.01. For all of the optimization algorithms, the filter S was randomly set to the following matrix:

$$\begin{bmatrix} 0.94305611 & 0.51132755 & 0.97624371 \\ 0.08083602 & 0.60735583 & 0.37648658 \end{bmatrix} \tag{22}$$

3.1 Basic gradient-based optimization

The basic gradient-based algorithm achieved convergence after 5680 iterations. The plot of the number of differences whose magnitudes are not greater than the threshold versus the number of iterations is presented in the Fig. 2.

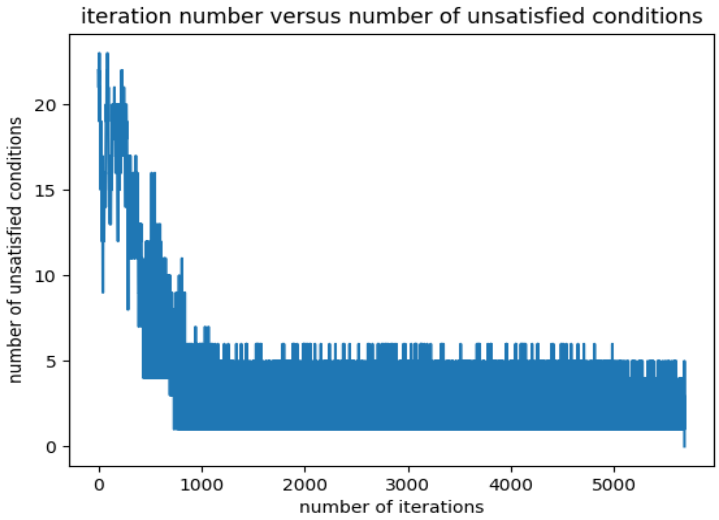


Fig. 2. The number of differences whose magnitudes are not greater than the threshold versus the number of iterations for the basic gradient-based optimization.

As can be observed from the Fig. 2, there are a lot of oscillations during the convergence process.

The evolution of the filter components is shown in the Fig. 3.

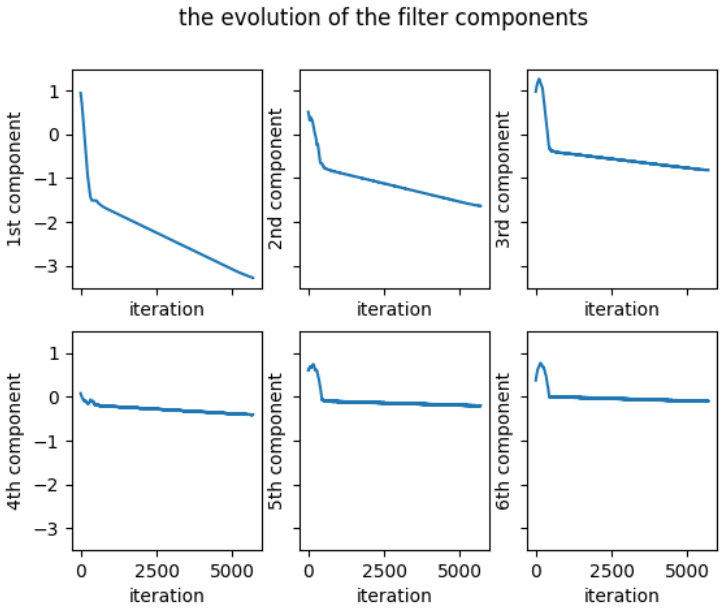


Fig. 3. The evolution of the filter components during the basic gradient-based optimization.

The filter to which the optimization converges is as follows:

$$\begin{bmatrix} -3.2770412 & -1.63632636 & -0.81635904 \\ -0.40486238 & -0.20267315 & -0.10117016 \end{bmatrix} \quad (23)$$

3.2 Weighted gradient-based optimization

It takes the weighted gradient-based optimization 4097 iteration to converge. So, the weighting mechanism improves the convergence compared to the basic gradient-based optimization. The plot of the number of differences whose magnitudes are not greater than the threshold versus the number of iterations is presented in the Fig. 4.

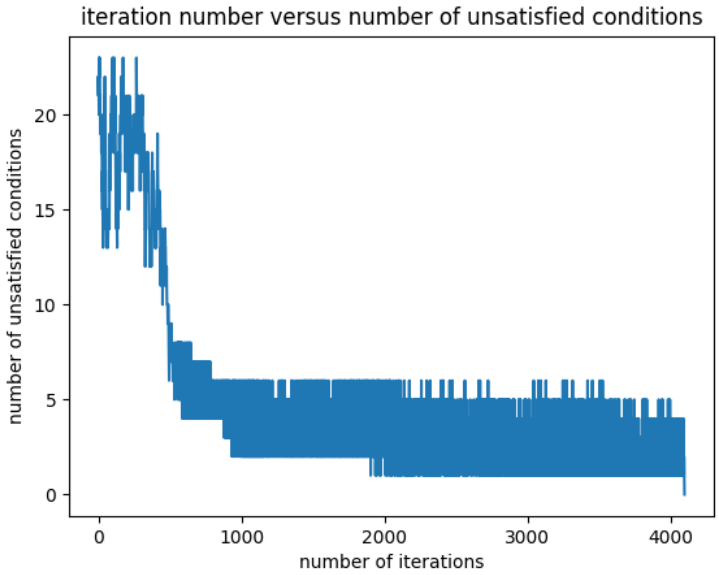


Fig. 4. The number of differences whose magnitudes are not greater than the threshold versus the number of iterations for the weighted gradient-based optimization.

The evolution of the filter components is shown in the Fig. 5.

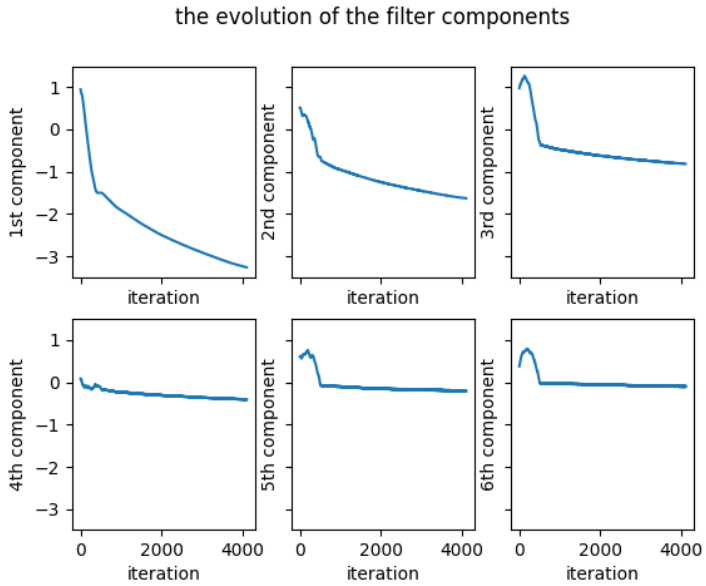


Fig. 5. The evolution of the filter components during the weighted gradient-based optimization.

The weighted gradient-based optimization yields the following filter:

$$\begin{bmatrix} -3.26105616 & -1.62857879 & -0.81504524 \\ -0.4069397 & -0.20508852 & -0.10086829 \end{bmatrix} \quad (24)$$

This filter is close to the one obtained by the basic gradient-based optimization.

3.3 Weighted gradient-based optimization with momentum

The weighted gradient-based optimization with momentum converges to the final filter after 877 iterations. Compared to the optimization without the momentum, there is really a big improvement in the convergence speed. The plot of the number of differences whose magnitudes are not greater than the threshold versus the number of iterations is presented in the Fig. 6.

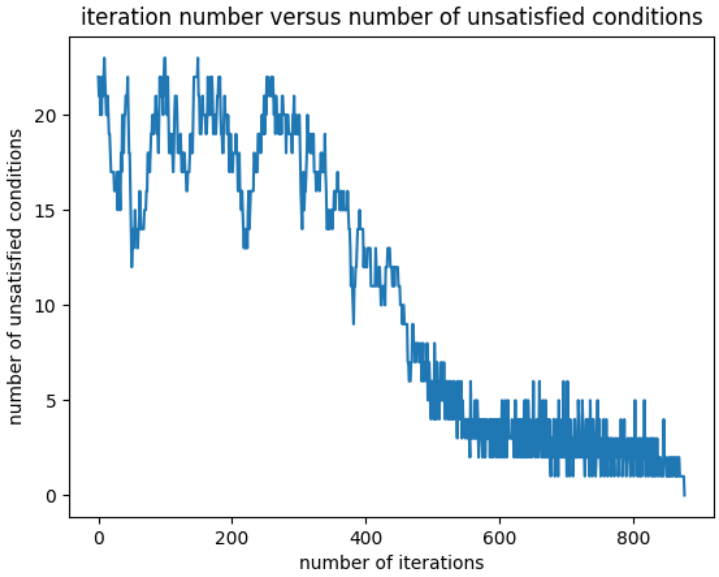


Fig. 6. The number of differences whose magnitudes are not greater than the threshold versus the number of iterations for the weighted gradient-based optimization with momentum.

The evolution of the filter components are displayed in the Fig. 7. The weighted gradient-based optimization with momentum converges to the following filter:

$$\begin{bmatrix} -3.37984328 & -1.69863671 & -0.83552461 \\ -0.40841674 & -0.20248713 & -0.10095605 \end{bmatrix} \quad (25)$$

This filter is close to the ones obtained in the previous two optimizations.

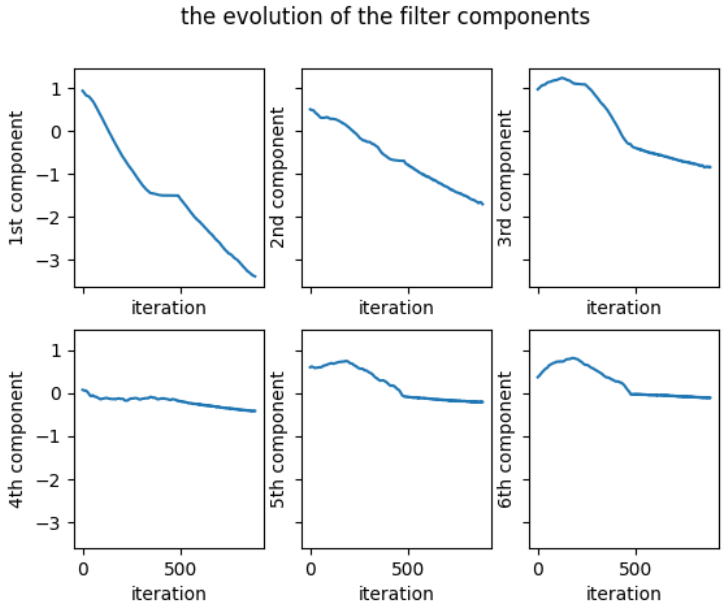


Fig. 7. The evolution of the filter components during the weighted gradient-based optimization with momentum.

3.4 Weighted gradient-based optimization with Nesterov momentum

After only 9 iterations, the weighted gradient-based optimization with Nesterov momentum converges and satisfies all the constraints. This is really a huge speed compared to the previous optimizations. The plot of the number of differences whose magnitudes are not greater than the threshold versus the number of iterations is presented in the Fig. 8.

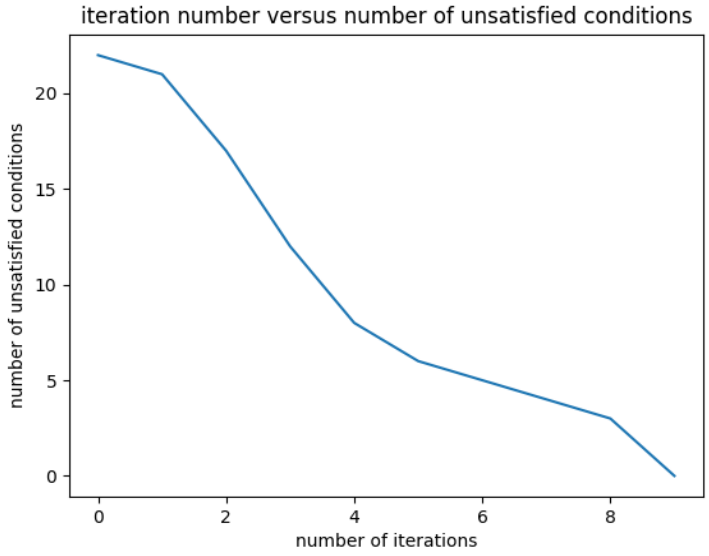


Fig. 8. The number of differences whose magnitudes are not greater than the threshold versus the number of iterations for the weighted gradient-based optimization with momentum.

The evolution of the filter components are shown in the Fig. 9.

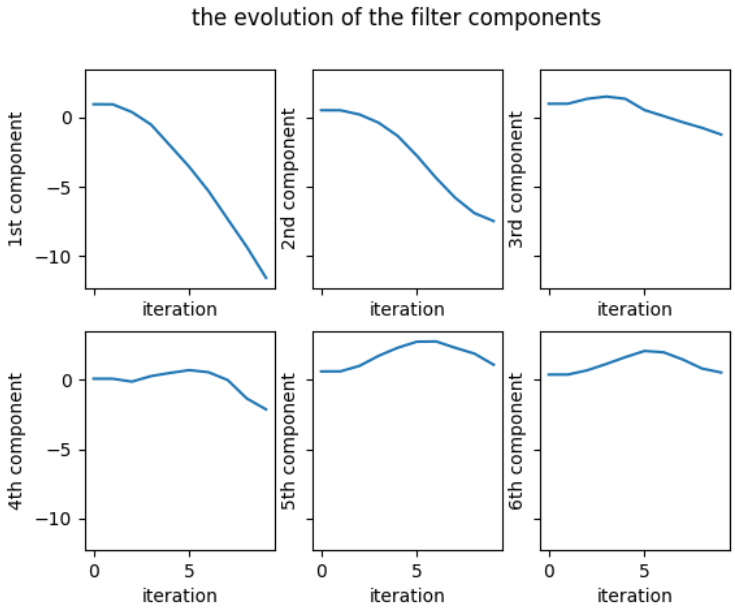


Fig. 9. The evolution of the filter components during the weighted gradient-based optimization with Nesterov momentum.

The weighted gradient-based optimization with Nesterov momentum produces the following filter:

$$\begin{bmatrix} -11.56173079 & -7.47302609 & -1.23863787 \\ -2.12822715 & 1.09142224 & 0.52917065 \end{bmatrix} \quad (26)$$

This filter is not close to the filters obtained in the previous optimizations.

CONCLUSIONS

The concepts of identity numbers and identity vectors for a binary image have been introduced. The calculation of identity numbers and identity vectors have been explained. A basic gradient-based optimization algorithm has been designed to find a filter matrix the inner product of which with a binary image matrix generates a unique identity number. A weighted version, a momentum-accompanied weighted version and a Nesterov momentum-accompanied weighted version of the basic gradient-based optimization have been introduced. The optimization algorithms have been implemented to find a filter and generate identity numbers for a binary image of dimension 2x3. The weighted gradient-based optimization with Nesterov momentum was observed to be the best performing optimization.

REFERENCES

Şen, S. G., (2022a, 13 September). Directed Acyclic Graphs From An Equivalence Class For An Image. *Saffet Gökçen Şen*. https://saffetgokcensen.github.io/blog/2022/09/13/directed-acyclic-graphs-from-an-equivalence-class-for-an-image

Şen, S. G., (2022b, 4 October). Directed Acyclic Graphs From An Equivalence Class For An Image 2. *Saffet Gökçen Şen*. https://saffetgokcensen.github.io/blog/2022/10/04/directed-acyclic-graphs-from-an-equivalence-class-for-an-image-2

Şen, S. G., (2022c, 14 October). Directed Acyclic Graphs From An Equivalence Class For An Image 3. *Saffet Gökçen Şen*. https://saffetgokcensen.github.io/blog/2022/10/14/directed-acyclic-graphs-from-an-equivalence-class-for-an-image-3

Şen, S. G., (2022d, 2 November). Directed Acyclic Graphs From An Equivalence Class For An Image 4. *Saffet Gökçen Şen*. https://saffetgokcensen.github.io/blog/2022/11/02/directed-acyclic-graphs-from-an-equivalence-class-for-an-image-4

Şen, S. G., (2024a, 5 November). oneToOneCorrespondence.py. *Saffet Gökçen Şen*. https://github.com/SaffetGokcenSen/oneToOneMappingBetweenABinaryImageAndAFilter/blob/main/oneToOneCorrespondence.py

Şen, S. G., (2024b, 5 November). oneToOneCorrespondence2.py. *Saffet Gökçen Şen*. https://github.com/SaffetGokcenSen/oneToOneMappingBetweenABinaryImageAndAFilter/blob/main/oneToOneCorrespondence2.py

Polyak B. (1963). Gradient methods for minimizing functionals. USSR Computational Mathematics and Mathematical Physics, 3(4): 864-878.

Şen, S. G., (2024c, 5 November). oneToOneCorrespondence3.py. *Saffet Gökçen Şen*. https://github.com/SaffetGokcenSen/oneToOneMappingBetweenABinaryImageAndAFilter/blob/main/oneToOneCorrespondence3.py

Nesterov Y. (1983). A method for unconstrained convex minimization problem with the rate of convergence $O\left(\frac{1}{k^2}\right)$. Doklady AN USSR. 269: 543–547.

Şen, S. G., (2024d, 5 November). oneToOneCorrespondence4.py. *Saffet Gökçen Şen*. https://github.com/SaffetGokcenSen/oneToOneMappingBetweenABinaryImageAndAFilter/blob/main/oneToOneCorrespondence4.py

YAPAY ZEKA VE CEZAİ SORUMLULUK: İNSAN SUÇLULUĞU VE MAKİNE SORUMLULUĞU ARASINDA

Rəşad MÜRŞÜDOV
Baku State University, Faculty of Law, Department of Criminal law and criminology,
Academician Zahid Khalilov Street - 33, Baku
ORCID: 0009-0000-4707-2253

ÖZET

Yapay zeka, toplumumuzun her alanında muazzam değişikliklere yol açması beklenen ve hatta korkulan yeni ve son derece hızlı gelişen bir teknolojidir. Bu teknoloji hala nispeten az gelişmiş olsa da, günlük görevlerin çoğunu zaten devrediyoruz. Şimdilik, AI çoğunlukla "rahatsız edici" veya çok zaman alıcı olarak algılanan görevleri devralmak için kullanılıyor. Bu nedenle, ilk etapta üretkenliği artıracaktır. Görevlerin çoğunu insanlardan bile daha iyi yapması bekleniyor. Açıkçası, bu tür teknolojilerin sağlam ve güvenilir bir yasal temele, özellikle kaçınılmaz olan gerçekleşirse ve teknoloji istenmeyen olaylara neden olursa sorumlulukla ilgili iyi geliştirilmiş bir dizi kurala ihtiyacı vardır ve bu yalnızca özel hukuku ilgilendirmemelidir. Bugün, Yapay Zekanın konuşlandırılması ve sosyo-ekonomik veya hükümet yaşamının çeşitli örneklerine (örneğin ev, sağlık, sanayi, ticaret vb.) nispeten hızlı bir şekilde entegre edilmesi, her ulus için büyük bir gelişme fırsatı ve insanlığın evrimi için önemli bir unsurdur. Makale, elektronik kişilerin davranışlarını incelemeyi ve yapay zekanın unsurlarının genel olarak hukukta ve özellikle ceza hukukunda daha sorumlu olarak ele alınmasının mümkün olup olmadığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Kapsamlı kurallar ve düzenlemeler oluşturmak yalnızca özel hukuk alanında değil, aynı zamanda yapay zeka ile ilgili zararların veya insan hayatının kaybının cezai sonuçlarının ele alınmasında da önemlidir. Örneğin, yapay zekayı içeren davalarda cezai ihmal soruları ortaya çıkabilir. Yapay zeka gelişmeye ve daha yaygın hale gelmeye devam ettikçe, gelecekteki ceza hukuku, yapay zeka cezai sorumluluğuyla ilişkili karmaşık zorlukları ve nüansları etkili bir şekilde ele almak için yeterli şekilde hazırlanmalı ve potansiyel olarak ayarlanmalıdır. Bu, mevcut yasal çerçevelerin dikkatli bir şekilde incelenmesini ve yapay zeka sistemlerinin benzersiz doğasını ve cezai suçluluk açısından potansiyel sonuçlarını hesaba katan güncellenmiş yönergelerin oluşturulmasını gerektirir. Bunu yaparak toplum, hukuk sisteminin yapay zeka teknolojisinin kullanımından kaynaklanan herhangi bir cezai yönü ele almak için iyi donanımlı kalmasını sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: yapay zeka, cezai sorumluluk, kapsamlı kurallar, cezai ihmal

GİRİŞ

Günümüzün teknoloji odaklı dünyasında, dijital sistemlerin varlığı hukuk alanında giderek daha belirgin hale geliyor. Çeşitli ülkelerde geliştirilen yapay zeka teknolojisini kullanan uygulamaların, NLP (Doğal Dil İşleme) kullanılarak hukuki konularda önemli rol oynadığı görülmektedir. Bu kolaylıklardan henüz tam olarak yararlanmamış olan hukuk alanının tıp, tarım, sanayi ve güvenlikle karşılaştırılabilir bir gelişme düzeyine ulaşması bekleniyor. Ceza muhakemeleri birçok hukuki faaliyette aktif rol oynar. Ceza yargılamaları, şüphenin ortaya çıkmasından yetkili makamlar tarafından hükmün kesinleşmesine kadar olan süreci içerir ve usul hukuku kurallarına göre yürütülen adil yargılama yoluyla maddi gerçeğe ulaşmayı hedefler. Ceza muhakemeleri, şüphenin bilgisinden kesin hükme kadar olan süreci temsil eden soruşturma, kovuşturma ve ara duruşmalardan oluşur.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

NİHAİ SORUMLULUK

Yapay zekaya sahip bir varlığın (YZ) doğal olmayan zekaya sahip olması durumunda, yaratıcısı veya kullanıcısı, suça neden olan bir aktör olarak kullanma niyeti olmaksızın, istemeden bir suç unsurunun oluşmasına neden olursa, yaratıcının veya kullanıcının ihmal sorumluluğu devreye girecektir. Yapay zeka varlığının yaratıcısı, arkasındaki gerçek kişi olarak, gerekli özen ve dikkati göstermemişse ve suç unsuru oluşmuşsa, kastın varlığı ileri sürülebilir. Kanun tanımına göre ihmalkar davranış mevcut olacaktır. Özen ve dikkat yükümlülüğü, yasal bir hükme, sözleşmeye veya norma dayanabilir. Görevin özen yükümlülüğünün kritik hale geldiği noktalar genellikle yüksek risk unsurlarına sahip faaliyetlerdir. Bu riskli faaliyetler kapsamında, faaliyet gösteren bireyler risk durumunu mümkün olan en düşük seviyeye indirmelidir. Örneğin, yasa araçların yolda sürülmesine izin verir. Bu durum "izin verilen risk" olarak adlandırılır (Hallevy. G, 2010).

Ancak, bu risk durumunun sınırı ve sonuçları bilindiğinde, gerekli önlemler alınabilir ve bu riskli faaliyetlerin sürekliliği sağlanabilir. Daha önce de belirtildiği gibi, yapay zeka teknolojisine sahip kuruluşlar zaman zaman etik ikilemlerle karşı karşıya kalabilir ve seçim yapma seçeneğine sahip olabilir. Bu gibi durumlarda ve benzer durumlarda, seçim gücü AI varlığının yaratıcısındadır ve seçim yaratıcı tarafından belirlenecektir. Bunun nedeni, AI'nın oluşumu sırasında ihlal edilebilecek yasal değerlerin yaratıcı tarafından öngörülmesi ve kodlamaların buna göre yapılmasıdır. Hukuktaki ihmal tanımı "öngörülemeyen sonuçlar" terimini içermez. Dolayısıyla, bu tür ikilem durumlarında, AI yaratıcısının kodlamaları yaparken ihmalkarlıkla değil, en azından olası niyetle

hareket ettiği söylenebilir (Beck, Susanne, 2016). Bu konuda açık bir düzenleme bulunmadığından taksirle cezalandırılma söz konusu olamaz. Avrupa Konseyi Parlamenterler Meclisi (PACE), 2018 yılında hazırladığı "Robotu Kutudan Çıkarmak: Yapay Zeka Çağında İnsan Haklarını Korumak" başlıklı tavsiye raporunda şu ifadelere yer vermiştir: "Yapay zeka teknolojisi bileşenleri, otonom makine öğrenmesi gibi farklı gelişimsel faaliyetler veya teknikler aracılığıyla insan iradesinden tamamen bağımsız davranışlar sergileyebilse bile, bu varlıkların temel kontrol unsuru insan olmalıdır. Geliştirilen ve farklı boyutlara getirilen bu yapay zeka teknolojisinin herhangi bir insan hakkı ve özgürlük ihlaline yol açıp açmayacağı konusunda Avrupa Birliği üye ülkelerinin gerekli sınırları koymasının uygun olacağı belirtilmelidir. Yapay zekanın aktif olarak rol aldığı geliştirme, değişim, dönüşüm, kullanım veya benzeri durumlarda ortaya çıkabilecek insan hakları ihlalleri durumunda sorumluluk durumu, kullanıcıların doğrudan talimat vermediği durumlarda bile gerçek veya tüzel kişilere ait olmalıdır" (PACE, 2018). Bu rapordan anlaşılacağı üzere, sorumluluk her zaman gerçek veya tüzel kişilere aittir ve bu konuda niyetin varlığı fark yaratmaz. Bu nedenle taksirle işlenen fiillerin cezalandırılabilirliği kanunun ilgili maddesinde açıkça sınırlandırılmıştır.

HATALI KARARLARIN ARDINDAKI ZİHİN: İNSAN MI, YAPAY ZEKA MI?

Bakım görevleri ve kabul edilen risklerin sınırları için uygun ölçüm bulmanın zorlukları nedeniyle, belirli ve yeni bir savunmaya geçiş dikkate alınır. Sürücü, otopilotun arabayı kontrol altına aldığından bahsedebilir. Sürücü, izin verildiği gibi otopilot moduna geçtiğinde, sürücü bir tür özerk hareket eden üçüncü taraf olarak görülebilir. Bu durumda bunun zarar verici eylemleri sürücüye atfedilmeyebilir, bu nedenle sonuçlar (yaralanma veya ölüm) sürücünün hatası olmaz. Bu yaklaşım, sürücülerin otopilotu gerçekten kullanmaları için ikna edici görünebilir, ancak yine de üstesinden gelinmesi gereken engeller vardır: toplum ve yasa, otopilotları 'yardımcı pilotlar' olarak görme fikrini kabul etse bile, insan sürücü otomatik olarak cezai kovuşturmadan güvende değildir. Ceza hukuku, insanların başkasının eylemlerinden dolayı cezai olarak sorumlu tutulabileceği örnekleri bilir. (Brenner, Walter/Zarnekow, 1998).

Ceza kovuşturmasının hedefini, hiçbir şekilde cezalandırılmasa bile, otopilotun bir hatasına atıfta bulunarak yönlendirmek garip görünebilir. Yukarıda belirtildiği gibi, robotlar için ceza hukuku henüz mevcut değildir. Ancak, sürücünün cezai sorumluluğunun değil, otopilotun otonom eyleminin kritik nokta olduğu iddiası çoğunlukla geçersizdir. Bir otopilotun bir arabayı sürmesi durumunda sorumluluğun atfedileceği zinciri kesintiye uğratmak belirli şüphelere yol açar. Otopilotların kendi iradesinin olmaması nedeniyle, onlara amaçlı hareket etme yeteneğini

atamıyoruz. Bu nedenle, eylemleri önceden programlanmış gibi görünür ve kendi iradesinden kaynaklanan bir şey değildir. Bir otopilotla, kararları ve davranışları hakkında ahlaki bir tartışma yürütemeyiz.

Modern ceza bilimi (veya ceza hukuku doktrini), insanların hedeflenen eylemlerini robotlar tarafından önceden programlanmış infazlardan ayırt etmek için ikna edici kriterlerden yoksundur. Bir otopilotu örnek olarak ele alırsak, arabayı başarılı bir şekilde, hatta belki insanlardan daha iyi sürebildiğini görürüz. Trafik kurallarına uyarak, çarpışmalardan kaçınma, hızlanma, diğer araçlarla veya engellerle çarpışmaktan kaçınma gibi ara adımları gerçekleştirerek aracı güvenli bir şekilde hedefine ulaştırabilmektedir. Bunu başarmak için otopilot, örneğin frenleme, sollama ve şerit değiştirme gibi çeşitli seçenekler arasında sürekli olarak kararlar almak zorundadır. Ancak otopilotun yaptığı çok sayıda seçimden sonra, bu seçimlerin hiçbiri 'doğal' görünmez, daha çok birkaç seçenek arasında önceden programlanmış kararlar gibi görünür. Otopilot kendi hedeflerini isteyerek belirler ve kendi kararlarını buna göre verirse, böyle doğal bir karar doğal olarak kabul edilebilir. Ayrıca, kararlarının güçlü bir sosyal etkiye sahip olabileceğinin farkında olması gerekir. Ancak, bu tür bir otopilot henüz mevcut olmadığından, kullandığı zeka yukarıda belirtilen özelliği destekleyecek kadar güçlü olmayan oldukça basit bir yapay zeka biçimidir. Bu tür bir yapay zekanın zayıflığı bizi insan merkezli bir dogmanın başka bir zayıflığına götürür: Cezai sorumluluğun yeniden yönlendirilmesi yalnızca bilişsel, farkında ve hatta belki de empatik bir kişi veya etken aracın kontrolünü üstlenirse mümkün olmalı mıdır? Yine de otopilot isteyerek hareket etse bile, insan 'sürücü' cezai sorumluluktan mutlaka güvende değildir. Alman ceza hukukunda bu, sözde ‘Regressverbot’ nedeniyle mümkün değildir. Bu, failin sorumluluğunu, üçüncü kişi araya girip failin başlattığı olayların gidişatını etkilerse başka bir üçüncü kişiye devredemeyeceği anlamına gelir. Bu nedenle, üçüncü bir kişinin olayların nedenine kasıtlı olarak müdahale etmesi, olayların gidişatına neden olan ilk kişiyi cezai sorumluluktan kurtarmayabilir. Ceza hukuku literatüründeki hakim görüş böyle bir olasılığı reddeder. Bunun yerine, her ikisi de nesnel olarak olaydan sorumluysa, her iki tarafı birbirinden bağımsız olarak cezai olarak sorumlu tutmak mümkündür. (Gless, Sabine/Weigend, Thomas, 2014)

ROBOTLAR SUÇ FAİLİMİ?

Belirtilen senaryolar, hasarların/yaralanmaların kasıtsız olarak veya kazara meydana geldiği durumları içerirken, robotun programcısının, üreticisinin veya operatörünün robotun eylemlerini veya yardımını kullanarak kasıtlı olarak bir suç işlediği durumlar da olabilir. Bu durumlarda,

robotun eylemlerinin makinenin programcısına, kullanıcısına veya operatörüne ne kadar atfedilebileceği sorusu tekrar ortaya çıkar. Düşünülebilir bir senaryo, askeri robotlar ve dronlar vb. gibi askeri sistemlerin kötüye kullanılması veya siber suç açısından botların hacklenmesi olabilir. (Freytag, Urs, 2016).

İnsanların makineleri bilerek başkalarına zarar vermek için kullanmaları çok olasıdır. Örneğin, bir makineyi uzaktan kontrol etme olasılığı, insanların doğrudan yakalanma veya bunu yaparken zarar görme riski olmadan, yerinde olmadan suç işlemelerine olanak tanır. Failler, örneğin, uzaktan kumandalı bir robotla banka soygunu yapabilirler. Gelecekte, bu tür suçları işlemek özellikle de internetin sunduğu olanaklar sonucunda, failin eylemi dünyanın herhangi bir yerinden işleme fırsatına sahip olması ve sonrasında yakalanmasının çok daha zor olması nedeniyle çok daha kolay olabilir.

Uzaktan kumandalı robotların cezai sorumluluğunun açıklanması kolay olsa da, otonom makinelerin kullanımında cezai sorumluluğun belirlenmesi çok daha karmaşıktır. İnsanların müdahalesi veya yardımı olmadan karar verebilen otonom bir makine kullanmak, kullanıcı veya üçüncü taraflar açısından önemli riskler taşır. (Hallevy. G, 2010)

SONUÇ

Sonuç olarak, yapay zeka içeren suç eylemleri çeşitli şekillerde ortaya çıkabilir ve birden fazla potansiyel olarak sorumlu tarafın olduğu karmaşık senaryolar sunabilir. Bir yapay zeka makinesinin kullanıcısını eylemlerinden tek başına sorumlu tutmak her zaman adil veya basit değildir, ancak programcı ihmalkar davrandıysa makinenin üreticisinin sorumlu tutulabileceği durumlar vardır. Bu davalar, çok sayıda ilgili taraf ve cezai sorumluluk atamak için farklı olasılıklar ile yapay zeka ile ilgili suçların karmaşık doğasını vurgular. Sonuç olarak, cezai sorumluluğun tahsisi, yapay zeka içermeyen davalara kıyasla önemli ölçüde daha karmaşık hale gelir.

Yapay zeka ile ilgili davalarda cezai sorumluluğu tahsis etmek için evrensel olarak uygulanabilir bir yasal dayanak olmasa da, çok sayıda uygulanabilir yasal çerçevenin varlığı, ceza hukukunun uyarlanabilir olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, zayıf yapay zeka için elektronik kişiliğin getirilmesi aşırı görünmektedir. Mevcut yasal çerçeve, yakın gelecekte öngörülebilir davaları ele almak için yeterli görünmektedir. Ancak, yapay zeka içeren cezai davaların karmaşıklığı, sorumlu tarafı belirlemede etkili, yeterli ve güvenilir yeni soruşturma yöntemlerine olan ihtiyacı vurgulamaktadır. Genel olarak, AI içeren suç eylemlerinin dikkatli değerlendirme, hatta "geleneksel" vakalardan daha dikkatli değerlendirme gerektirdiği açıktır. Bu vakaların çok yönlü

doğasını kabul ederek ve yenilikçi soruşturma yaklaşımlarını keşfederek, karmaşıklıkların üstesinden gelebilir ve bu gelişen teknolojik ortamda hesap verebilirliği sağlayabiliriz.

KAYNAKÇA

1.Beck, Susanne (2016). Intelligent agents and criminal law – Negligence, diffusion of liability and electronic personhood. Robotics and Autonomous Systems. Volume 86/2016, 138-143.
2. Brenner, Walter/Zarnekow, Rüdiger/Wittig, Hartmut (1998). Intelligente Softwareagenten–Grundlagen und Anwendungen.Berlin: Springer. ISBN 978-3-662-12104-7
Brox, Hans/Walker, Wolf
3. Freytag, Urs (2016). Sicherheitsrechtliche Aspekte der Robotik. Sicherheit & Recht/Sécurité& Droit,02/2016, pp. 111 ff
4. Gless, Sabine/Weigend, Thomas (2014). Intelligente Agenten und das Strafrecht. Zeitschrift für die gesamte Strafrechtswissenschaft (ZStW), 126(3), 561-591
5. Hallevy, G. (2010). The criminal liability of artificial ıntelligence entities - from science fiction to legal social control. Akron Intellectual Property Journal, 4(2), 137-140.
6. Parliamentary Assembly of the Council of Europe (PACE). (2018). Getting the Robot Out of the Box: Protecting Human Rights in the Era of Artificial Intelligence.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CRIMINAL RESPONSIBILITY: BETWEEN HUMAN CULPABILITY AND MACHINE ACCOUNTABILITY

ABSTRACT

Artificial intelligence is a new and extremely fast-developing technology that is expected and perhaps even feared to bring about tremendous changes in every aspect of our society. Although this technology is still relatively underdeveloped, we already delegate a large number of daily tasks. For now, AI is mostly used to take over tasks that are perceived as “annoying” or too time-consuming. Therefore, it will increase productivity in the first place. It is expected to do most of the tasks even better than humans. Obviously, such technologies need a solid and reliable legal basis, especially a well-developed set of rules regarding liability if the inevitable happens and the technology causes unintended events, and this should not only concern private law. Today, the deployment of Artificial Intelligence and its relatively rapid integration into various instances of socio-economic or governmental life (e.g. home, health, industry, commerce, etc.) is a great development opportunity for every nation and an important element for the evolution of humanity. The article aims to examine the behavior of electronic persons and to reveal whether it is possible to address the elements of artificial intelligence more as responsible in law in general and in criminal law in particular. Creating comprehensive rules and regulations is important not only in the private law field, but also in addressing the criminal consequences of AI-related harm or loss of human life. For example, questions of criminal negligence may arise in cases involving AI. As

AI continues to develop and become more prevalent, future criminal law must be adequately prepared and potentially adjusted to effectively address the complex challenges and nuances associated with AI criminal liability. This requires careful review of existing legal frameworks and the creation of updated guidelines that take into account the unique nature of AI systems and their potential consequences in terms of criminal culpability. By doing so, society can ensure that the legal system remains well-equipped to address any criminal aspects arising from the use of AI technology.

Keywords: artificial intelligence, criminal liability, comprehensive rules, criminal negligence

INTRODUCTION

In today's technology-driven world, the presence of digital systems is becoming increasingly evident in the field of law. Applications using artificial intelligence technology developed in various countries are seen to play an important role in legal matters using NLP (Natural Language Processing). The field of law, which has not yet fully benefited from these opportunities, is expected to reach a level of development comparable to medicine, agriculture, industry and security. Criminal proceedings play an active role in many legal activities. Criminal trials include the process from the emergence of suspicion to the finalization of the verdict by the competent authorities and aim to reach the material truth through fair trials conducted in accordance with the rules of procedural law. Criminal trials consist of investigation, prosecution and interim hearings representing the process from the knowledge of suspicion to the final verdict.

RESEARCH AND FINDINGS

ULTIMATE LIABILITY

If an artificially intelligent entity (AI) has non-natural intelligence, if its creator or user unintentionally causes a criminal element to occur without the intention of using it as an actor causing the crime, the negligence liability of the creator or user will come into play. If the creator of the AI entity, as the real person behind it, did not show due care and attention and a criminal element was formed, the existence of intent can be claimed. According to the definition of the law, there will be negligent behavior. The duty of care and attention can be based on a legal provision, contract or norm. The points where the duty of care becomes critical are usually activities with high risk elements. Within the scope of these risky activities, individuals operating should reduce the risk situation to the lowest possible level. For example, the law allows vehicles to be driven on the road. This situation is called "permissible risk" (Hallevy. G, 2010). However, when the limit

and consequences of this risk situation are known, the necessary precautions can be taken and the continuity of these risky activities can be ensured. As mentioned before, organizations with AI technology may occasionally face ethical dilemmas and have the option to make a choice. In such cases and similar situations, the power of choice lies with the creator of the AI entity and the choice will be determined by the creator. This is because the legal values that may be violated during the formation of the AI are foreseen by the creator and the coding is done accordingly. The definition of negligence in law does not include the term "unforeseen consequences". Therefore, in such dilemma situations, it can be said that the AI creator acted not with negligence but at least with possible intent when making the codes (Beck, Susanne, 2016). Since there is no clear regulation on this issue, there can be no question of being punished for negligence. The Parliamentary Assembly of the Council of Europe (PACE) included the following statements in its 2018 advisory report titled "Unboxing the Robot: Protecting Human Rights in the Age of Artificial Intelligence": "Even if artificial intelligence technology components can exhibit behaviors completely independent of human will through different developmental activities or techniques such as autonomous machine learning, the fundamental control element of these entities should be human. It should be stated that it would be appropriate for European Union member states to set the necessary limits on whether this artificial intelligence technology, which is developed and brought to different dimensions, will lead to any violation of human rights and freedoms. In cases of human rights violations that may occur in development, change, transformation, use or similar situations in which artificial intelligence actively takes part, the responsibility should belong to natural or legal persons, even in cases where users do not give direct instructions" (PACE, 2018). As can be understood from this report, responsibility always belongs to natural or legal persons, and the existence of intent does not make a difference in this regard. For this reason, the punishability of acts committed by negligence is clearly limited in the relevant article of the law.

THE MIND BEHIND ERRONEOUS DECISIONS: HUMAN OR ARTIFICIAL INTELLIGENCE?

Due to the difficulties of finding appropriate measures for duties of care and limits of accepted risks, a specific and new defense is being considered. The driver may claim that the autopilot has taken control of the car. When the driver engages autopilot mode as permitted, the driver may be seen as a kind of autonomous third party. In this case, the harmful actions may not be attributed to the driver, so the consequences (injury or death) are not the driver's fault. This approach may seem

convincing for drivers to actually use the autopilot, but there are still obstacles to overcome: even if society and the law accept the idea of autopilots as 'co-pilots', the human driver is not automatically safe from criminal prosecution. Criminal law knows examples where people can be held criminally responsible for the actions of another. (Brenner, Walter/Zarnekow, 1998).

It may seem strange to direct the target of criminal prosecution by referring to an error of the autopilot, even if no punishment is inflicted on it. As mentioned above, there is no criminal law for robots yet. However, the claim that the autonomous action of the autopilot, and not the criminal liability of the driver, is the critical point is mostly invalid. Interrupting the chain of attribution of responsibility in the case of an autopilot driving a car raises certain doubts. Since autopilots do not have their own will, we cannot attribute to them the ability to act purposefully. Therefore, their actions appear to be pre-programmed and not something that comes from their own will. With an autopilot, we cannot have a moral discussion about their decisions and behavior. Modern penology (or criminal law doctrine) lacks convincing criteria to distinguish human-targeted actions from pre-programmed executions by robots. If we take an autopilot as an example, we see that it can drive a car successfully, perhaps even better than humans. It can safely reach its destination by performing intermediate steps such as avoiding collisions, accelerating, avoiding collisions with other vehicles or obstacles, while obeying traffic rules. To achieve this, the autopilot has to constantly make decisions between various options, such as braking, overtaking, and changing lanes. However, after the many choices the autopilot makes, none of these choices seem ‘natural’, but rather pre-programmed decisions between several options (Brenner, Walter/Zarnekow, Rüdiger/Wittig, Hartmut, 1998). If the autopilot deliberately determines its own goals and makes its own decisions accordingly, such a natural decision can be considered natural. It also needs to be aware that its decisions can have a strong social impact. However, since such an autopilot does not yet exist, the intelligence it uses is a rather simple form of artificial intelligence that is not powerful enough to support the above-mentioned feature. The weakness of such an AI leads us to another weakness of a human-centered dogma: Should the redirection of criminal liability only be possible if a cognitive, aware and perhaps even empathic person or agent takes control of the vehicle? Yet even if the autopilot acts willingly, the human ‘driver’ is not necessarily safe from criminal liability. In German criminal law, this is not possible because of the so-called ‘Regressverbot’. This means that the perpetrator cannot transfer his responsibility to another third party if the third party intervenes and influences the course of events initiated by the perpetrator.

Therefore, the deliberate intervention of a third party in the cause of the events may not relieve the first person who caused the course of events from criminal liability. The dominant view in the criminal law literature rejects such a possibility. Instead, it is possible to hold both parties criminally liable independently of each other if both are objectively responsible for the event. (Gless, Sabine/Weigend, Thomas, 2014)

ARE ROBOTS PERPETRATORS OF CRIME?

While the scenarios mentioned include cases where the damages/injuries are unintentional or accidental, there may also be cases where the programmer, manufacturer or operator of the robot intentionally commits a crime using the actions or assistance of the robot. In these cases, the question arises again as to how much the actions of the robot can be attributed to the programmer, user or operator of the machine. A conceivable scenario could be the misuse of military systems such as military robots and drones, etc., or the hacking of bots in terms of cybercrime. (Freytag, Urs, 2016).

It is very possible that humans will knowingly use machines to harm others. For example, the possibility of controlling a machine remotely allows humans to commit crimes without being directly caught or harmed while doing so. Perpetrators could, for example, commit a bank robbery with a remote-controlled robot. In the future, such crimes may become much easier to commit, especially as the possibilities offered by the internet allow the perpetrator to commit the act from anywhere in the world and subsequently be much harder to catch.

While it is easy to explain the criminal liability of remote-controlled robots, determining criminal liability in the use of autonomous machines is much more complicated. Using an autonomous machine that can make decisions without human intervention or assistance carries significant risks for the user or third parties. (Hallevy. G, 2010)

CONCLUSION

In conclusion, criminal acts involving AI can occur in a variety of ways and present complex scenarios with multiple potentially responsible parties. It is not always fair or simple to hold the user of an AI machine solely responsible for their actions, but there are cases where the machine's manufacturer can be held liable if the programmer was negligent. These cases highlight the complex nature of AI-related crimes, with multiple parties involved and different possibilities for assigning criminal liability. As a result, the allocation of criminal liability becomes significantly more complex than in non-AI cases.

While there is no universally applicable legal basis for assigning criminal liability in AI-related cases, the existence of a large number of applicable legal frameworks demonstrates that criminal law is adaptable. Therefore, the introduction of electronic personhood for weak AI seems excessive. The current legal framework appears sufficient to address foreseeable cases in the near future. However, the complexity of AI-related criminal cases highlights the need for new investigative methods that are effective, adequate, and reliable in determining the responsible party. Overall, it is clear that criminal activity involving AI requires careful consideration, perhaps even more careful consideration than "traditional" cases. By recognizing the multifaceted nature of these cases and exploring innovative investigative approaches, we can overcome the complexities and ensure accountability in this evolving technological landscape.

BIBLIOGRAPHY

1.Beck, Susanne (2016). Intelligent agents and criminal law – Negligence, diffusion of liability and electronic personhood. Robotics and Autonomous Systems. Volume 86/2016, 138-143.

2. Brenner, Walter/Zarnekow, Rüdiger/Wittig, Hartmut (1998). Intelligente Softwareagenten–Grundlagen und Anwendungen.Berlin: Springer. ISBN 978-3-662-12104-7 Brox, Hans/Walker, Wolf

4. Gless, Sabine/Weigend, Thomas (2014). Intelligente Agenten und das Strafrecht. Zeitschrift für die gesamte Strafrechtswissenschaft (ZStW), 126(3), 561-591

5. Hallevy, G. (2010). The criminal liability of artificial ıntelligence entities - from science fiction to legal social control. Akron Intellectual Property Journal, 4(2), 137-140.

6. Parliamentary Assembly of the Council of Europe (PACE). (2018). Getting the Robot Out of the Box: Protecting Human Rights in the Era of Artificial Intelligence.

ENDÜSTRİYEL TALAŞLI İMALAT TEZGÂHLARINDA KESİCİ TAKIM AŞINMALARININ TİREŞİM VERİSİ-TABANLI GERÇEK ZAMANLI TESPİTİ

Seyit VATANSEVER
Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Enstitüsü,16310, Bursa, Türkiye
ORCID: 0009-0005-4868-1575
Alper YILMAZ
Bursa Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,16310, Bursa, Türkiye
ORCID: 0000-0003-3736-3668
***Gökay BAYRAK**
Bursa Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,16310, Bursa, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5136-0829

ÖZET

Endüstri 4.0, üretim süreçlerini dijital teknolojilerle dönüştürerek daha akıllı, esnek ve verimli hale getirmeyi hedefleyen bir sanayi devrimidir. Üretim sistemleri artık yalnızca otomatik değil, aynı zamanda öngörüsel ve adaptif hale gelmektedir. Bu bağlamda, kestirimci bakım uygulamaları Endüstri 4.0'ın önemli bir bileşenidir. Kestirimci bakım, makinelerin ve sistemlerin performans verilerine dayanarak olası arızaların önceden tespit edilmesini ve önleyici müdahalelerin zamanında gerçekleştirilmesini sağlar. Kestirimci bakım kapsamında bu çalışma, CNC tezgâhlarında kullanılan kesici takımların aşınma ve kırılma durumlarını gerçek zamanlı olarak tespit etmeye yönelik bir izleme sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Endüstriyel üretimde sıklıkla karşılaşılan takım aşınmaları, üretim verimliliğini olumsuz etkileyerek kalite kaybına ve beklenmeyen duruşlara yol açmaktadır. Bu doğrultuda, titreşim ve akım sensörleri kullanılarak kesici takımdan elde edilen veriler analiz edilmiştir. Geliştirilen deneysel sistemde ivmeölçerler, kesici takımın parça ile temas ettiği noktaya yerleştirilmiş ve titreşim verileri gerçek zamanlı olarak toplanmıştır. Verilerin işlenmesi ve analizinde MATLAB ve Sinus Apollo yazılımları kullanılmıştır. Analiz sürecinde; tepe ivme değerleri, 10g eşik değerini geçen noktaların sayısı ve önerilen toplam RMS (Root Mean Square) tabanlı analiz yöntemi ile karşılaştırma yapılmıştır. Tepe değer ve eşik geçişi analizleri dinamik kuvvetlerin değişimini göstermede kısmen etkili olsa da, aşınma tespiti açısından sınırlı başarı sağlamıştır. Buna karşılık, RMS yöntemi hem zaman hem de frekans düzlemindeki tüm titreşim bileşenlerini kapsayarak daha istikrarlı ve güvenilir sonuçlar sunmuştur. RMS yönteminin düşük işlem yükü (90 ms), yüksek gerçek zamanlı uyumluluğu ve sistematik artışları algılayabilme yeteneği, onu kestirimci bakım sistemleri için uygun bir seçenek haline getirmiştir. Deneysel bulgular, işlenen parça sayısı arttıkça RMS değerlerinde gözle görülür bir artış olduğunu ve bunun takım aşınmasının başlangıcını belirlemede önemli bir gösterge

olduğunu ortaya koymuştur. Geliştirilen sistem, düşük maliyetli, uygulanabilir ve sürdürülebilir bir izleme çözümü olarak endüstriyel uygulamalarda değerli katkılar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kesici takım aşınması, Sinyal analizi, Otomatik arıza tespiti, CNC tezgâhları.

REAL-TIME DETECTION OF CUTTING TOOL WEAR BASED ON VIBRATION DATA IN INDUSTRIAL MACHINING SYSTEMS

ABSTRACT

Industry 4.0 represents an industrial revolution that aims to transform production processes through digital technologies, making them smarter, more flexible, and more efficient. Production systems are now not only automated but also predictive and adaptive. In this context, predictive maintenance applications constitute a key component of Industry 4.0. Predictive maintenance enables the early detection of potential failures and timely preventive interventions based on performance data from machines and systems. Within the scope of predictive maintenance, this study aims to develop a real-time monitoring system for detecting tool wear and breakage in CNC machines. Tool wear, which is frequently encountered in industrial production, negatively affects productivity, causes quality degradation, and leads to unexpected downtime. To address this issue, data collected from cutting tools using vibration and current sensors were analyzed. In the developed experimental setup, accelerometers were placed at the contact point between the cutting tool and the work piece, allowing real-time vibration data acquisition. MATLAB and Sinus Apollo software environments were used for data processing and analysis. The analysis process involved a comparison of three different methods: peak acceleration values, the number of points exceeding the 10g threshold, and the proposed total RMS (Root Mean Square)-based analysis method. While the peak and threshold-crossing methods showed partial effectiveness in capturing changes in dynamic forces, their success in wear detection was limited. In contrast, the RMS method provided more consistent and reliable results by encompassing all vibration components in both the time and frequency domains. Thanks to its low processing load (90 ms), high real-time compatibility, and ability to detect systematic increases, the RMS method has proven to be a suitable option for predictive maintenance systems. Experimental findings revealed a noticeable increase in RMS values as the number of processed parts increased, highlighting its effectiveness in identifying the onset of tool wear. The developed system offers a low-cost, applicable, and sustainable monitoring solution that can deliver significant benefits in industrial environments.

Keywords: Tool wear, Signal analysis, Automated fault detection, CNC machines.

1.GİRİŞ

Endüstriyel üretim süreçlerinde talaşlı imalat, hassasiyet ve süreklilik açısından büyük önem taşımaktadır. Bu süreçte kullanılan kesici takımların performansı, doğrudan ürün kalitesini, üretim süresini ve maliyetleri etkilemektedir. Özellikle kesici takımda meydana gelen aşınmalar, işleme hassasiyetini düşürmekte, yüzey kalitesini bozmakta ve makine arızalarına yol açarak üretim verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Bu bağlamda, takım aşınmasının gerçek zamanlı olarak tespit edilmesi, beklenmeyen duruşların önlenmesi ve kestirimci bakım stratejilerinin uygulanabilmesi açısından kritik bir ihtiyaç haline gelmiştir. Literatürde de bu alana yönelik yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

Takım tezgahlarındaki aşınmayı ele alan bir çalışmada, modern bilgisayarlı sayısal kontrol (CNC) makine araçlarının yüksek kesme hızlarında, mil hızlarında ve besleme hızlarında çalışırken geliştirilmiş üç boyutlu yüzey karakterizasyonu ve azaltılmış takım aşınması gereksinimini araştırılmıştır (Myress, 2013). Büyük kesme derinlikleri ve büyük malzeme çıkarma hızları için, makinaların titreşimden kaynaklanan kendiliğinden uyarılmış titreşime yatkınlığı vardır. Bu çalışma, makine araçlarının yapısal titreşimini anlayarak ve adaptif olarak kontrol ederek makine aracı performansını artırma yöntemini göstermektedir. Modern üretim sistemlerine yönelik bir çalışmada (Abdeltawab, Qian & Ma, 2022), gömülü cihazlar, sensörler ve kablosuz iletişim teknolojileri kullanılarak CNC makinelerindeki tornalama işlemi izlenmiştir. Titreşim, akustik ve akım sensörleriyle toplanan veriler, sabit işlem parametreleri altında değerlendirilmiş ve düşük maliyetli makine öğrenimi modelleri ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, titreşim sinyallerinin işleme hızına, güç tüketiminin ise ilerleme hızına daha duyarlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, akustik sinyallere dayalı modelin %86,9 doğrulukla işletme koşullarını sınıflandırabildiği belirlenmiştir.

Bilinen ve uygulanan mevcut yöntemlere ek olarak, CNC takım tezgâhlarındaki takım aşınmasını analiz etmek için akım, güç, titreşim ve kuvvet sensörlerinin yanı sıra farklı sensör sinyalleri de araştırılmıştır. Örneğin, işleme sürecinde takımın maruz kaldığı sıcaklıklar (Rizal et al., 2017) ve takım üzerindeki gerilmeler (Ghani et al., 2011) analiz edilmiştir. Duro ise CNC takım tezgâhlarında işleme sürecini izlemek amacıyla sinyal özelliği çıkarma, veri filtreleme, normalleştirme ve birleştirme işlemlerini kapsayan çok sensörlü bir bütünleştirme çerçevesi geliştirmiştir. Olasılık tahmini ve otokorelasyon katsayısı analizlerinin bir kombinasyonu kullanılarak, farklı montaj konumlarına yerleştirilen akustik emisyon sensörlerinden elde edilen sinyaller entegre edilmiş ve analiz edilmiştir (Duro et al., 2016). Hibrit modelleme yaklaşımlarıyla

takım aşınmasının tahmin edilmesini araştırmakta ve aşınma testlerine olan ihtiyacı azaltarak daha verimli ve ekonomik bir izleme süreci sunmaktadır (Araghizad, 2024). Başka bir çalışmada (Kuntoğlu, 2016), takım tipi, ilerleme, kesme hızı ve paso artışının etkileri incelenmiş ve sensör füzyonu ile AE, kesme kuvveti, sıcaklık ve VB ölçümleri yapılmıştır. Kesme parametrelerinin aşınma üzerindeki etkileri değerlendirilmiş ve çıktı parametrelerini en çok etkileyen girdiler belirlenmiştir. Literatürde yapılan güncel çalışmalar, Takım Durumu İzleme (TCM) sistemlerinin temel prensipleri, anahtar teknolojileri ve endüstriyel uygulamaları üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmalar; sensör teknolojilerinin (Byrne et al., 1995; Kurada & Bradley, 1997; Dutta, Pal, Mukhopadhyay & Sen, 2013), sinyal işleme algoritmalarının takım aşınması ve kırılmasının izlenmesinde nasıl etkin bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır (Abellan-Nebot & Subirón, 2010; Siddhpura & Paurobally, 2013; Zhou & Xue, 2018).

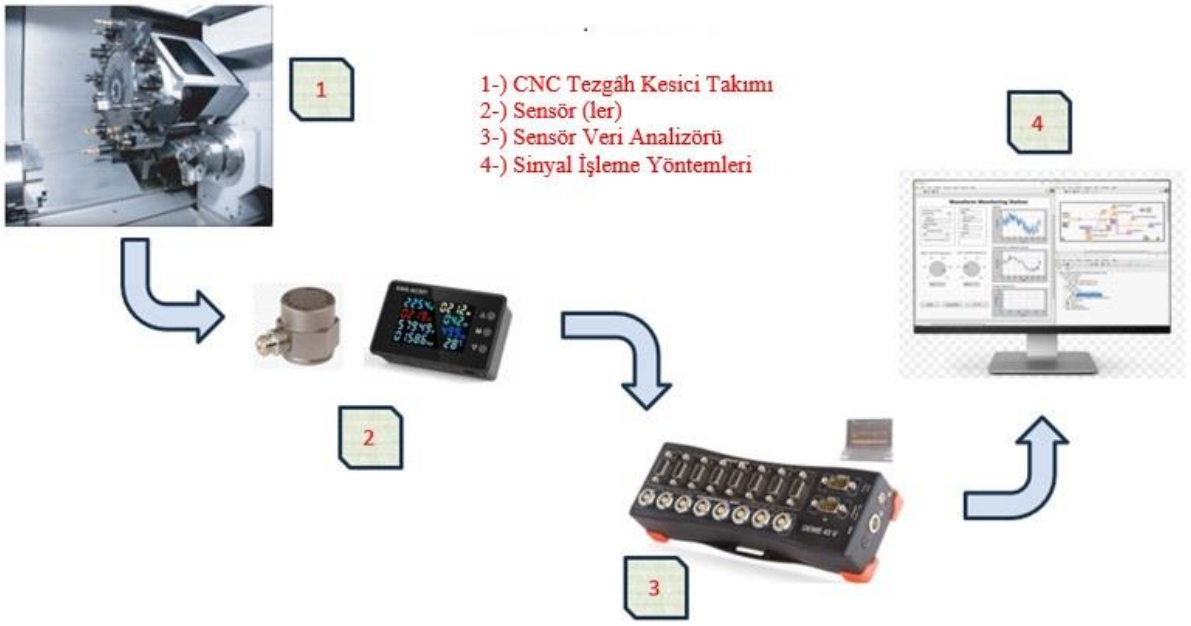
Bu çalışmada, titreşim sensörleri kullanılarak takım kırılması ve aşınmasının erken tespiti için bir izleme sistemi önerilmektedir. Temel amaç, titreşim sensörleri aracılığıyla toplanan çeşitli durum verilerinin analiz edilmesi ve gruplandırılması yoluyla takım durumunun izlenmesini sağlamaktır. Önerilen sistem, takım kırılması ile aşınmasının izlenmesini ve bu iki durum arasındaki temel farklılıkların dikkate alınarak özellikle takım kırılmasının erken tespiti ve önlenmesine yönelik bir yaklaşım sunmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmayla, sanayide yaygın kullanım alanına sahip CNC tezgâhları ve bunların kesici takımlarına yönelik olarak:

- Kesici takım ömrünün uzatılması ve daha verimli kullanımı sağlanarak, işletmelerin maddi zarara uğramasının önüne geçilmesi,
- Beklenmeyen üretim duruşlarının önlenmesi,
- Oluşabilecek hataların, işletmelerin müşteri gözünde değer kaybına yol açmasının engellenmesi,
- Değerli kesici takımların aşınma ve kırılmalarının erken analizi sayesinde, operatörlerin makine ile olan etkileşimlerinin güçlendirilerek daha nitelikli hale gelmeleri hedeflenmektedir.

2.GELİŞTİRİLEN SİSTEM

Çalışmanın amacı sinyal işleme yöntemleri ile CNC tezgahlarında kesici takım ile ilgili verilerinin toplanması, takım durumunun tahmini, olası anormal durumların (kırılma, fazla aşınma vb.) önceden tespitinin analiz edilmesidir. Bu hedefle sensörler yardımıyla CNC tezgahından veriler toplanmıştır. Sistemin temel çalışma kurgusu, tezgâhın çalışma esnasında oluşan ve istenmeyen –

beklenmeyen değişimlerin sensörler ile tespitidir. Sensörlerden alınan sorunsuz çalışma ve beklenmeyen durumlar ile ilgili veriler analiz edilmiş ve durum tespiti için kullanılmıştır. Şekil1'de sistemin çalışma yöntemi gösterilmektedir.



Şekil 1. Çalışmada önerilen aşınma tespit sistemi

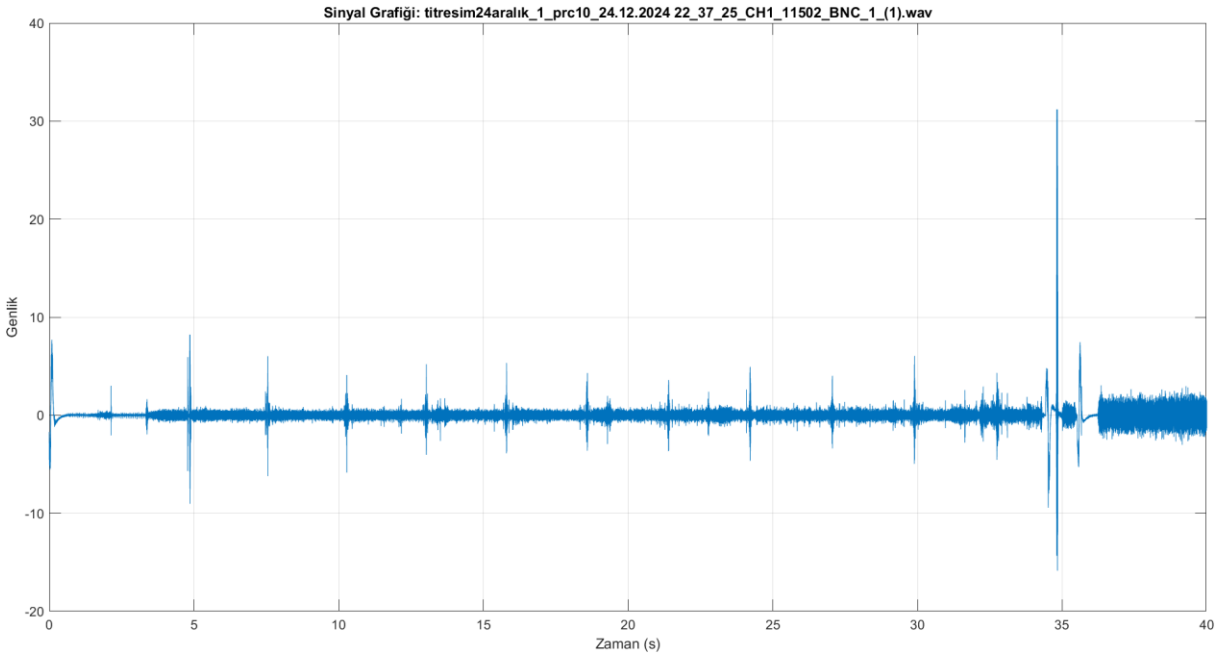
Çalışmada kullanılan sensörler ve yazılımlar (Göllü et al. 2023):

- Titreşim Sensörleri: İvmeölçerler, kesici takımın parça ile buluştuğu noktaya bağlanmıştır.
- Akım Sensörleri: Motor akımını ölçmek için kullanılmıştır.
- Yazılımlar: Veriler, MATLAB ve Sinus Apollo ortamlarında analiz edilmiştir.

Sonuç olarak, titreşim sensörü kesici takım üzerinden Şekil 1'de gösterildiği şekilde titreşim verisi toplamıştır. Toplanan veriler, gerçek zamanlı olarak analizöre aktarılmış ve detaylı verilere ulaşılmıştır. Bu veriler işlenerek uzun dönemli analizler yapılmış ve her durum için gruplama ile tanımlama gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bu veriler, normal çalışma, aşınma başlangıcı, ileri aşınma durumu, uç kırılması veya kırılma öncesi durumların tanımlanmasında kullanılmıştır.

Deneysel düzenek, CNC tezgâhlarından alınan gerçek zamanlı verilerin toplanmasını ve bu verilerin işlenerek aşınma durumlarının tespit edilmesini kapsamaktadır. Titreşim verilerinin analizi için zaman ve frekans domaininde çeşitli metotlar uygulanmış ve en doğru analiz yönteminin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu çalışmalar ve kullanılan metotlar, bir sonraki aşamada

detaylı olarak açıklanmıştır. Şekil 2'de örneği verilen veri gibi birçok işleme verisinin analizi MATLAB ortamında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Parça işleme titreşim verisi

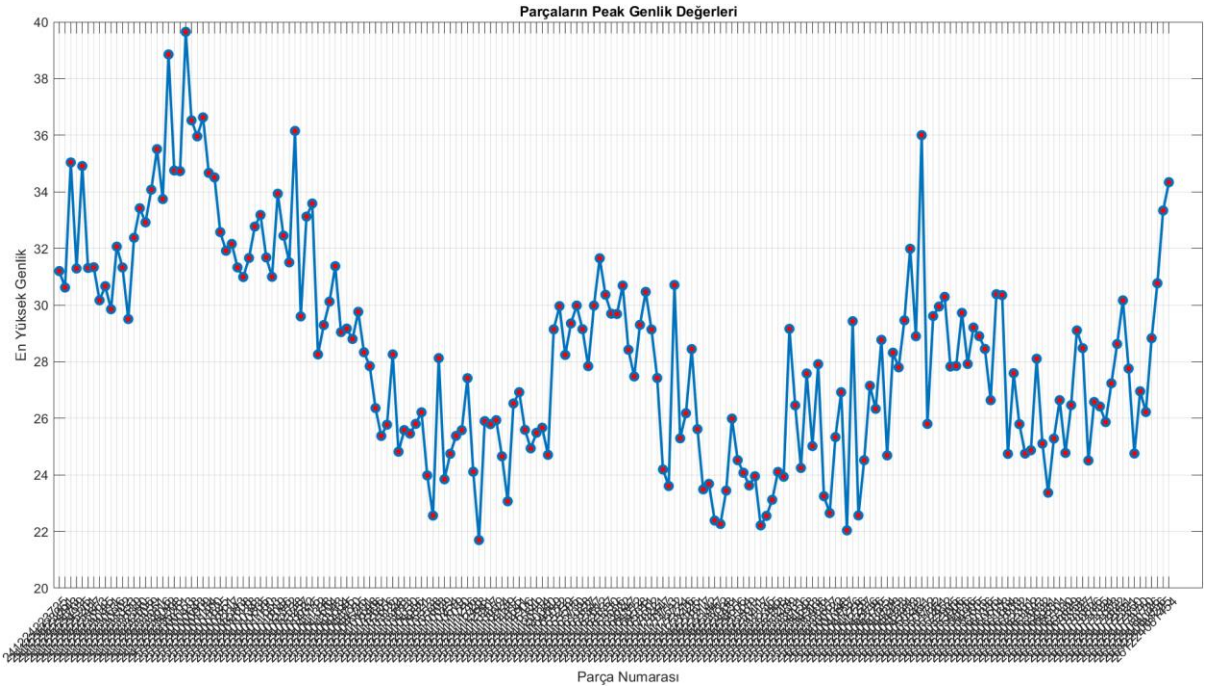
3.GERÇEK ZAMANLI AŞINMA DURUMU TESPİTİ BULGULARI

Toplanan veriler farklı yöntemlerle analiz edilmiş ve sonrasında en belirgin tespitin yapıldığı algoritma belirlenmiştir. Çalışmada verilerin alınması Sinus Apollo analizör sistemiyle gerçekleştirilirken, analizler MATLAB ortamında gerçekleştirilmiştir. Kesici takım aşınma anına kadar toplanan veriler, farklı değerlendirme metotları ile analiz edilmiştir.

3.1.'g' tepe değerleri ile aşınma tespiti

İvmeölçerlerde kullanılan "g" değeri, ivmenin yerçekimi ivmesine göre (yaklaşık 9.81 m/s^2) ifadesidir. "g", sanayide özellikle titreşim analizlerinde sistemdeki dinamik kuvvetlerin şiddetini ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, her bir işlenmiş parçaya ait verideki en yüksek "g" (tepe ivme) değeri tespit edilmiştir. Bunun için, .wav uzantılı ses dosyalarının isimlerinde yer alan tarih ve saat bilgileri düzenlenmiş ve dosyalar kronolojik sıraya göre sıralanmıştır. Daha sonra her ses dosyası içerisindeki titreşim verisi analiz edilerek, ilgili zaman aralığında ölçülen en yüksek genlik değeri belirlenmiştir. Elde edilen en yüksek "g" değerleri zaman eksenine yerleştirilerek Şekil 3 üzerinde görselleştirilmiştir. Bu yöntem, sistemde oluşan dinamik kuvvetlerin veya titreşimlerin zamanla nasıl değiştiğini analiz etmek açısından etkili bir

yaklaşım sunmuştur. Ancak, oldukça karmaşık olan titreşim verisine uygulanan tepe değerler yöntemi takım aşınması tespitinde kısmen başarılı olmuştur.



Şekil 3. Parçaların tepe genlik değerleri

3.2.Süreçteki eşik değeri geçen 'g' değerlerinin sayısını kullanarak aşınma tespiti

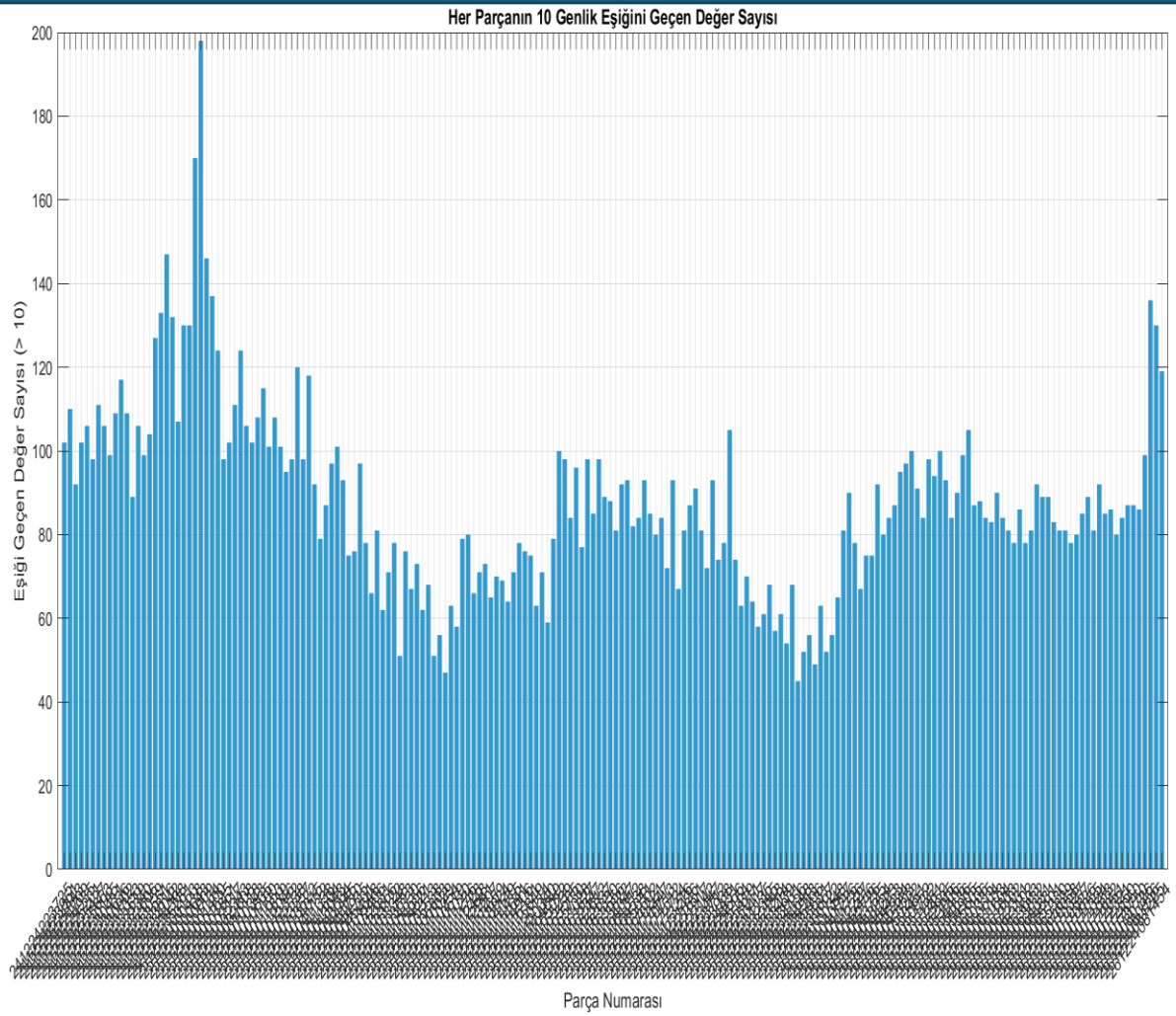
Bu yöntemde, kesici takımın işlem sürecine ait her bir ses dosyasındaki verilerde, 10g genlik değerini aşan noktalar tespit edilir, bu noktaların sayısı belirlenir ve elde edilen değerler kronolojik sıraya göre bir grafik üzerinde görselleştirilir. Şekil 4'te her parçanın '10g' eşiğini geçen değer sayısı grafiği verilmiştir. Ancak bu yöntemde de kesici takım arızalarının tam olarak tahmin edilemediği görülmüştür.

3.3.Önerilen 'g' RMS değer belirleme yöntemi ile aşınma tespiti

RMS, sinyalin enerji seviyesini ifade eden istatistiksel bir ölçüdür ve ses sinyalinin ortalama güç seviyesini temsil eder. Her ses dosyası için RMS değeri şu formül ile hesaplanır:

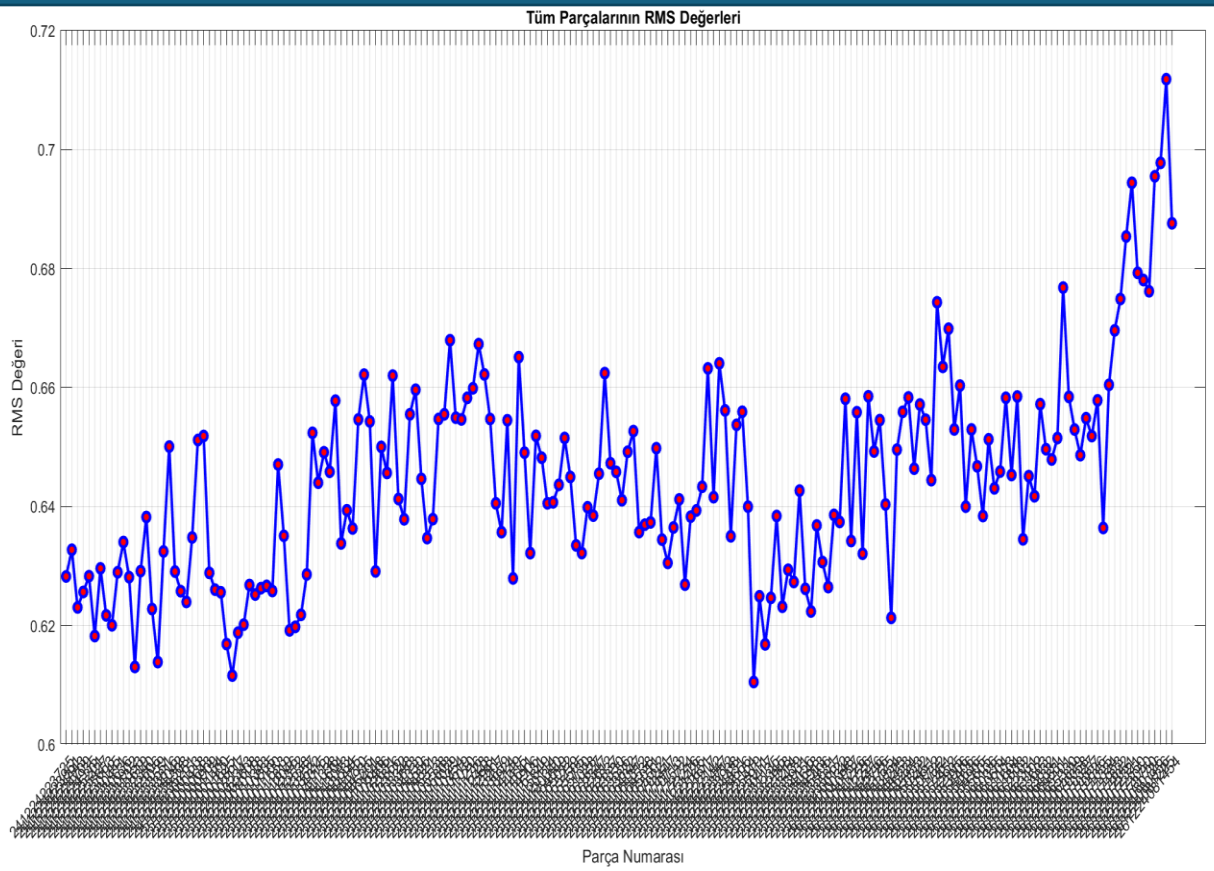
$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{\cap-1}^{N} x\,[n]^2}$$

Sinyal genliklerinin karesi alınarak RMS hesabı yapılır. Bu işlem, negatif genlikleri pozitif hale getirir ve sinyalin güç seviyesini daha doğru bir şekilde temsil eder.



Şekil 4. Her parçanın '10g' eşiğini geçen değer sayısı grafiği

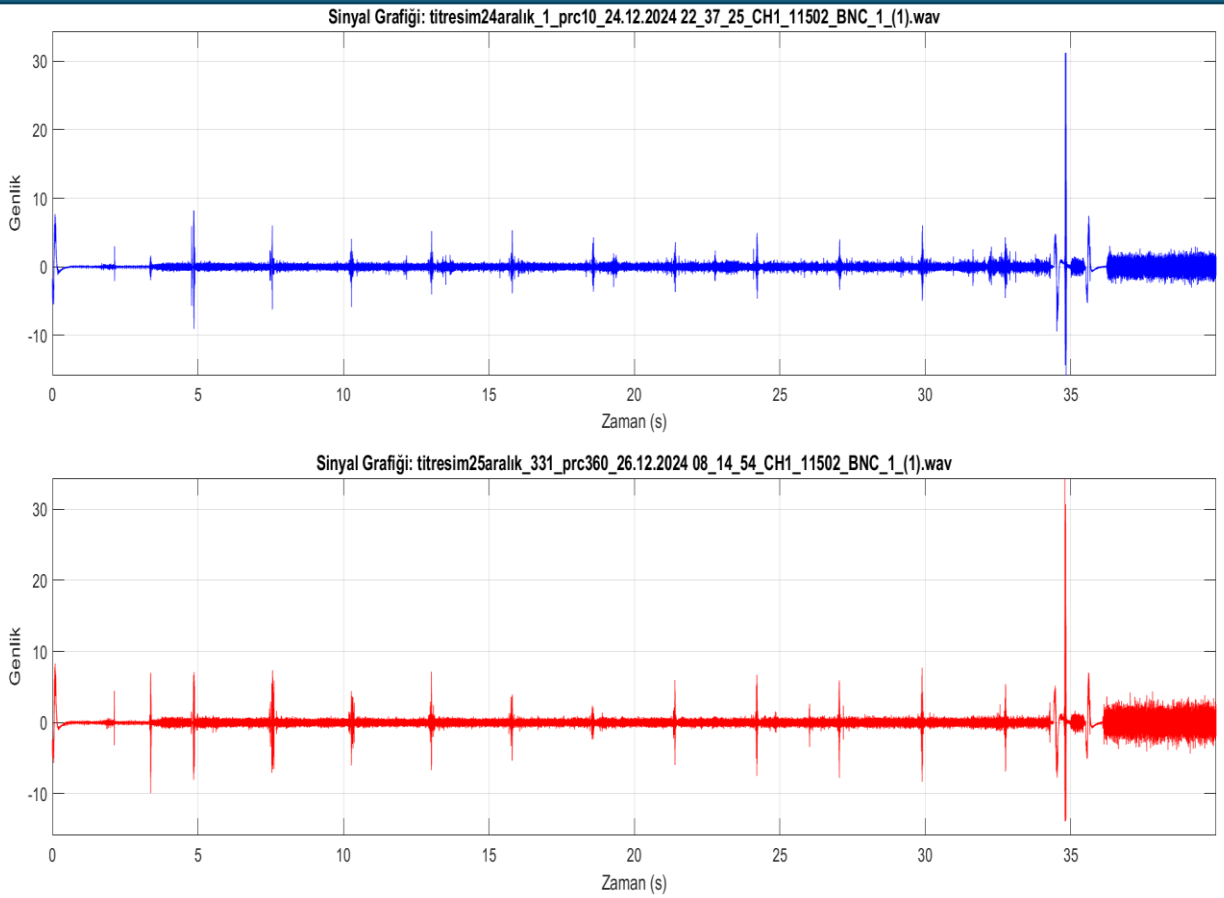
Bu yöntemde, .wav uzantılı ses dosyalarının adlarındaki tarih ve saat bilgilerini düzenlenerek dosyalar kronolojik sıraya dizilir. İlgili yöntemde, bir sıralama algoritması uygulanmaktadır. Ardından, her verinin toplam RMS değeri hesaplanır ve bu değerler yine kronolojik sıraya göre bir grafik üzerinde görselleştirilir. Elde edilen sonuçlar, süreçteki RMS değerinin hesaplanmasının takım aşınması tespitinde oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Şekil 5'te elde edilen sonuçlar verilmiştir. Matkap aşınması oldukça toplam RMS değeri artmış ve olağan durumun dışında bir değere çıkmıştır.



Şekil 5. Tüm parçaların toplam RMS değerleri

RMS ölçümü ile gerçekleştirilen aşınma durumu tespiti, düşük işlem yükü (90 ms) ve yüksek gerçek zamanlı uyumluluğu sayesinde pratik ve hızlı bir çözümdür. Hata tespitinde yüksek seviyede performans göstermesine rağmen, düşük maliyeti ve kolay uygulanabilirliği sayesinde endüstriyel ortamlarda tercih edilebilir bir yöntemdir.

Sonuç olarak, kesici takım aşınmaya uğradıkça işlem sırasında her frekans noktasında belirli oranda daha fazla titreşim üretmektedir. Toplam RMS verisi, hem frekans hem de zaman bileşeninde tüm titreşim bileşenlerini kapsadığı için, aşınma öncesi dönemde meydana gelen artışlar belirgin şekilde izlenebilmiştir. Matkap çalışma esnasındaki tüm titreşimin toplamı RMS olarak gözlemlenerek istenen sonuca ulaşılabilmiştir. Şekil 6'da ilk ve son parçanın titreşim verilerinin analizleri gözükmektedir. Matkabın, iş parçasına her temasında ürettiği yüksek titreşimlerin, işlenen parça sayısındaki artışla birlikte yükseldiği gözlemlenmiştir. Bu durumun, toplam RMS değerleri üzerinde anlamlı bir etki yarattığı da tespit edilmiştir



Şekil 6. İlk ve son parçanın titreşim verisi

4.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Gerçekleştirilen bu çalışmada, CNC tezgâhlarında kesici takım aşınmasının erken tespiti amacıyla farklı analiz yöntemleri karşılaştırılmış ve özellikle RMS tabanlı yöntem öne çıkmıştır. Deneysel verilerden elde edilen sonuçlar, RMS analizinin hem frekans hem de zaman domainindeki tüm titreşim bileşenlerini dikkate alması sayesinde, takım aşınmasının erken evrelerini başarılı şekilde belirleyebildiğini göstermiştir. Özellikle işlenen parça sayısı arttıkça RMS değerlerinde meydana gelen düzenli artış, aşınma sürecinin doğrudan izlenebilmesini mümkün kılmıştır.

RMS yöntemi, düşük işlem yükü (90 ms) ve yüksek gerçek zamanlı uyumluluğu ile endüstriyel ortamlarda kullanılabilirliği yüksek bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Diğer analiz yöntemlerine kıyasla, takım kırılması ve aşınması gibi arızaların tespit süresini kısaltarak, beklenmeyen duruşların önüne geçilmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca sistemin düşük maliyetli ve kolay entegre edilebilir olması, kestirimci bakım stratejilerinde uygulanabilirliğini artırmakta, sanayiye sürdürülebilir ve verimli bir çözüm sunmaktadır.

TEŞEKKÜR
Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından, TÜBİTAK 1501 Sanayi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı kapsamında, 3230341 numaralı proje ile desteklenmiştir. Destekleri ve katkıları için araştırma ve uygulama süreçlerinin yürütüldüğü ERBAB OTOMAT Ar-Ge Merkezi ve ekibi ile yöneticisi Mehmet GÖLLÜ 'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Abellan-Nebot, J. V., & Subirón, F. R. (2010). A review of machining monitoring systems based on artificial intelligence process models. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 47(1–4), 237–257. https://doi.org/10.1007/s00170-009-2221-0
Abdeltawab, H., Qian, F., & Ma, J. (2022). [Makale başlığı verilmemiş]. Journal of Manufacturing Systems, 64, 626–635. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.04.016
Araghizad, A. E. (2024). Machine learning-based modeling and monitoring of machining processes and tool wear (Master's thesis). Sabancı University. https://doi.org/10.1016/j.cirp.2024.04.083
Byrne, G., Dornfeld, D., Inasaki, I., Ketteler, G., König, W., & Teti, R. (1995). Tool condition monitoring (TCM)—The status of research and industrial application. CIRP Annals, 44(2), 541–567. https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)60506-8
Duro, J. A., Padget, J. A., Bowen, C. R., Kim, H. A., & Nassehi, A. (2016). Multi-sensor data fusion framework for CNC machining monitoring. Mechanical Systems and Signal Processing, 66, 505–520. https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2015.05.007
Dutta, S., Pal, S. K., Mukhopadhyay, S., & Sen, R. (2013). Application of digital image processing in tool condition monitoring: A review. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 6(3), 212–232. https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2013.03.006
Ghani, J. A., Rizal, M., Nuawi, M. Z., Ghazali, M. J., & Haron, C. H. (2011). Monitoring online cutting tool wear using low-cost technique and user-friendly GUI. Wear, 271(9–10), 2619–2624. https://doi.org/10.1016/j.wear.2011.01.064
Kuntoğlu, M. (2016). Prediction of tool breakage and progressive tool wear in turning using acoustic emission and cutting force signals (Master's thesis). Selçuk University.
Kurada, S., & Bradley, C. (1997). A review of machine vision sensors for tool condition monitoring. Computers in Industry, 34(1), 55–72. https://doi.org/10.1016/S0166-3615(97)00054-2.
Göllü, M., Yılmaz, A., & Bayrak, G. (2023, November). Analysis of Cutter Wear Conditions in CNC Machine Tools with Wavelet Packet Transform. In 2023 14th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO) (pp. 1-5). IEEE.
Myress, A. (2013). Active vibration control for a CNC milling machine. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 228(2), 230–245. https://doi.org/10.1177/0954406213487226
Rizal, M., Ghani, J. A., Nuawi, M. Z., & Haron, C. H. (2017). Cutting tool wear classification and detection using multi-sensor signals and Mahalanobis-Taguchi system. Wear, 376–377, 1759–1765. https://doi.org/10.1016/j.wear.2017.01.086
Siddhpura, A., & Paurobally, R. (2013). A review of flank wear prediction methods for tool condition monitoring in a turning process. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 65(1–4), 371–393. https://doi.org/10.1007/s00170-012-4175-6
Wang, G., Yang, Y., & Li, Z. (2014). Force sensor based tool condition monitoring using a heterogeneous ensemble learning model. Sensors, 14(11), 21588–21602. https://doi.org/10.3390/s141121588
Zhou, Y., & Xue, W. (2018). Review of tool condition monitoring methods in milling processes. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 96(1–4), 2509–2523. https://doi.org/10.1007/s00170-018-1767-8

Mammadova Aygun Mammad
Scientific Reseacher, Institute of Physics,
Ministry of Science and Education of Azerbaijan Republic
Javid av. 131, AZ1143, Baku, Azerbaijan
ORCID: 0000-0002-0509-0303

POSITION-DEPENDENT MASS HARMONIC OSCILLATOR MODELS WITH DIFFERENT KINETIC ENERGY OPERATORS UNDER THE HOMOGENEOUS GRAVITATIONAL FIELD

ABSTRACT

Quantum systems with position-dependent effective mass have been the subject of many attracting studies in recent years. The Schrödinger equation corresponding to such systems with non-constant mass provides interesting and useful solutions for the description of them. At the same time, behavior of the quantum system influenced from attached external field is also within the attraction of the scientists working on this and related research topics. Main reason is that external field attached to the quantum system under consideration can thoroughly change its main properties.

We study confined harmonic oscillator model with Gora-Williams kinetic enerji operator and the model of the harmonic oscillator with the new kinetic energy operator under the influence of the external homogeneous gravitational field. These models exhibiting confinement effect was studied in detail and results have been published in. Taking into account importance of the appearance of the external field, we decided to obtain more general solutions by extending free motion in the confined oscillator potential to the similar motion, but through taking into account external homogeneous gravitational field. We obtained analytical expressions of the wavefunctions corresponding to the confined harmonic oscillator model with Gora-Williams kinetic energy operator and the model of confined harmonic oscillator with the new kinetic energy operator, which is compatible with the Galilean invariance as well as their energy spectrum. Confinement effect as two infinite high walls at position values $x = \pm a$ is achieved thanks to the effective mass changing with position:

$$M \equiv M(x) = \frac{a^2 m_0}{a^2 - x^2}, \tag{1}$$

here, m_0 is the position independent mass of the non-relativistic quantum harmonic oscilator.

The potential of both baxilan linear confined harmonic oscillator models with position-dependent mass in external homogeneous gravitational field is

$$V(x) = \begin{cases} \frac{M(x)\omega^2 x^2}{2} + M(x)gx, & |x| < a, \\ \infty, & |x| \geq a, \end{cases} \tag{2}$$

Here, $M(x)$ – is the effective mass varying with position and ω – is the angular frequency of the non-relativistic quantum harmonic oscilator. Exact expressions for the wavefunctions of the considered oscillator models have been obtained by solving the corresponding Schrödinger equation. When the effective mass varies by position, in order to preserve the Hermitian properties of the harmonic oscillator model, the Gora-Williams kinetic energy operator is employed, and it is shown that the wavefunctions of stationary states of the studied quantum system are described by Jacobi polynomials, and the energy spectrum is discrete, non-equidistant, finite and depends on the external gravitational field. In our studies, we preserved general definition of the kinetic operator, which is compatible with the Galilean invariance. Correctness of the obtained analytical expressions is proven via their correct reduce to the known non-relativistic results under the certain limit relations.

References:

1. Von Roos, O. (1983). Position-dependent effective mass in semiconductor theory. Phys. Rev., B 27, 7547.
2. Smith, D.L., Mailhiot, C. (1990). Theory of semiconductor superlattice electronic structure, Rev. Mod. Phys. 62, 173.
3. Alhaidari, A.D., (2004). Solution of the Dirac equation with position-dependent mass in the Coulomb field, Phys. Lett. A, 322, 72–77.
4. Nagiyev, S.M., Jafarova, K.S. (2013). Relativistic quantum particle in a time-dependent homogeneous field, Phys. Lett. A, 377, 747–752.
5. Jafarov, E.I., Nagiyev, S.M., Seyidova, A.M. (2020). Explicit solution of the position-dependent mass Schrodinger equation with Gora-Williams kinetic energy operator: confined harmonic oscillator model. U.P.B. Sci. Bull., Series A, Vol. 82, Iss 1, ISSN 1223-7027.
6. Jafarov, E.I., Mammadova, A.M. (2020). On the exact solution of the confined position-dependent mass harmonic oscillator model under the kinetic energy operator compatible with Galilean invariance. J. Phys. - Fizika, 26, 31-35.

KARAR AĞACI YÖNTEMI KULLANARAK ÇATI TIPI BIR FOTOVOLTAIK SANTRALDE ÇIKIŞ GÜCÜ TAHMINI

Rabia BAŞARAN
Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye
ORCID: 0009-0000-3859-181X
Gökay BAYRAK
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5136-0829

ÖZET

Artan enerji ihtiyacı ve iklim değişikliği ile mücadele, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini her geçen gün artırmaktadır. Bu doğrultuda, şehir içi yapılara entegre edilen fotovoltaik (FV) sistemler, hem karbon salımını azaltmakta hem de sürdürülebilir enerji hedeflerine ulaşmada etkili bir çözüm sunmaktadır. Güneş enerjisi; düşük işletme maliyeti, kısa amortisman süresi ve geniş alan gerektirmemesi gibi avantajları nedeniyle özellikle kentsel bölgelerde ön plana çıkmaktadır. Ancak FV sistemlerinin enterkonnekte şebekeye entegrasyonu sırasında enerji iletiminde meydana gelen kayıplar, sistemin genel verimliliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle, sistem kurulumu öncesinde yapılan fizibilite çalışmalarında yalnızca ekonomik analizler değil; aynı zamanda çevresel (sıcaklık, nem, radyasyon vb.) ve fiziksel (panel açısı, yönelimi, gölgeleme gibi) koşullar da dikkate alınarak detaylı mühendislik analizleri yapılmaktadır. Bu analizler sayesinde uygun ekipman seçimi, üretim-tüketim dengesi ve yatırımın geri dönüş süresi gibi kritik parametreler belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, çatı tipi FV bir sistemden elde edilen ışınım, modül sıcaklığı ve inverter çıkış gücü gibi bir yıllık üretim verisi kullanılarak, çatı tipi FV santralden elde edilecek güç tahmin edilmeye çalışılmıştır. Karar Ağacı modeli kullanılarak gerçekleştirilen FV sistem çıkış gücü tahmini, %99,9 R^2 (Determinasyon Katsayısı) doğruluk oranı ile yüksek doğrulukla tahmin edilebilmiştir. Elde edilen sonuçlar, benzer koşullarda kurulacak çatı tipi FV sistemlerin üretim potansiyelini öngörmede bu yöntemin etkin bir araç olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, yapay zekâ, fotovoltaik, karar ağacı yöntemi

INVESTIGATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DECISION TREE METHOD IN A ROOFTOP PHOTOVOLTAIC POWER PLANT

ABSTRACT

The increasing energy demand and the need to combat against climate change are enhancing the importance of renewable energy sources every day. In this context, photovoltaic (PV) systems integrated into urban buildings offer an effective solution for reducing carbon emissions and achieving sustainable energy goals. Solar energy stands out in urban areas due to its advantages such as low operating costs, short payback periods, and minimal space requirements. However, the integration of PV systems into the interconnected grid may bring certain technical challenges. Therefore, feasibility studies conducted prior to system installation do not solely focus on economic analyses; they also include detailed engineering evaluations by taking into account environmental (temperature, humidity, radiation, etc.) and physical (panel angle, orientation, shading, etc.) conditions. Through these analyses, critical parameters such as appropriate equipment selection, production-consumption balance, and investment payback periods can be accurately determined. In this study, one-year production data obtained from a PV system were analyzed together with environmental and physical variables. As a result of the Decision Tree modeling performed, the Decision Tree algorithm was determined to have an R^2 (Coefficient of Determination) accuracy rate of 99.9%. The results show that this method can be an effective tool in predicting the production potential of PV systems to be installed under similar conditions.

Keywords: Renewable energy, artificial intelligence, photovoltaic, decision tree method

1. GİRİŞ

Yapay zekâ (YZ) tekniklerinin enerji sistemlerinde kullanımı, özellikle kısa ve uzun vadeli güç tahmini uygulamalarında son yıllarda hızla artış göstermektedir. Bu artış, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu ve talep tahmini gibi karmaşık problemlerin çözümünde YZ'nin sunduğu esnek ve öğrenmeye dayalı çözümlerden kaynaklanmaktadır [1].Geleneksel istatistiksel yöntemlerin sınırlı öngörü kapasitesi, makine öğrenimi tabanlı modellerin daha etkili sonuçlar üretmesini teşvik etmiştir [2].

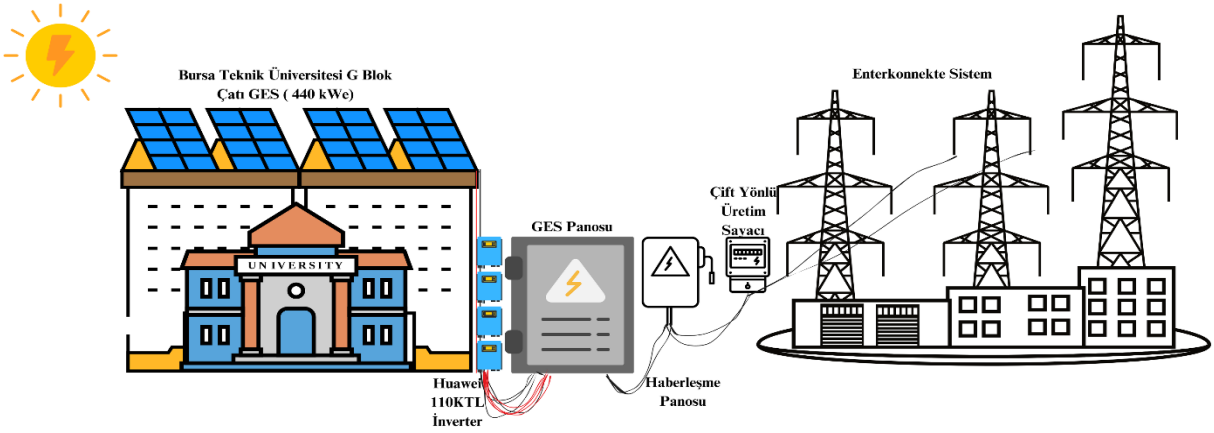
Karar ağacı algoritmaları, özellikle doğrusal olmayan ve çok değişkenli enerji verilerinin işlenmesinde, sade yapısı ve yorumlanabilirliği ile dikkat çekmektedir [3]. Bu yöntem, verilerin belirli özelliklerine göre dallanarak karar kuralları oluşturur ve hem sınıflandırma hem de regresyon problemlerinde başarılı şekilde uygulanabilir [4]. Literatürde, karar ağaçlarının güneş

enerjisi üretimi, rüzgar hızı tahmini ve elektrik tüketim öngörüsü gibi pek çok alanda etkin sonuçlar verdiği rapor edilmiştir [5-9].

Bu çalışmada, yapay zekâ tabanlı karar ağacı yöntemleri kullanılarak kısa vadeli güç tahmini yapılmıştır. Model performansı dört farklı değerlendirme metriği ile analiz edilmiştir: Lineer Regresyon, Ortalama Karekök Hata (RMSE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) ve Determinasyon Katsayısı (R^2). Yapılan analizler sonucunda, en yüksek başarı oranı R^2 değeriyle elde edilmiş, modelin sınıflandırma kabiliyeti ise karışıklık matrisi yardımıyla detaylandırılmıştır. Bu çalışma, karar ağaçlarının enerji tahmini süreçlerinde sağladığı doğruluk ve esnekliği ortaya koyarak, YZ uygulamalarının enerji sistemlerine entegrasyonundaki potansiyelini desteklemektedir.

2. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, elektriksel güç tahminlemesi için karar ağacı temelli makine öğrenmesi yaklaşımı benimsenmiştir. Karar ağaçları; veriler arasındaki ilişkileri modellemek, açıklanabilirlik sağlamak ve sınıflandırma performansını optimize etmek amacıyla tercih edilmiştir. Modelin eğitilmesi ve doğrulanması süreçlerinde, doğruluk analizine yardımcı olan çeşitli istatistiksel performans metrikleri kullanılmıştır. Bunlar: Ortalama Kare Hatası (Root Mean Square Error – RMSE), Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error – MAE), Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (Mean Absolute Percentage Error – MAPE) ve Belirleme Katsayısı (Coefficient of Determination – R^2). Bursa Teknik Üniversitesi (BTÜ) G Blok üzerine kurulması planlanan santralin en düşük sapma ile üretim verilerinin tahmini hedeflenmiştir. Çalışmada 545W gücündeki ZES marka MBB HC BIFACIAL modeli panelin katalog özellikleri (datasheet) temel alınarak üretim verileri tahmin edilmeye çalışılmıştır [10]. Şekil 1'de FV santral şeması verilmiştir.



Şekil 1: BTÜ G Blok FV Santral Şeması

Gerçek bir çatı üzeri güneş enerjisi santralinden alınmış 1 yıllık elektrik enerjisi, ortam sıcaklığı ve ışınım verileri ile oluşturulan veri seti üzerinde gerçekleştirilen ön işleme adımları sonrasında model, eğitim ve test alt kümelerine bölünerek çapraz doğrulama yöntemiyle test edilmiştir. Model işlem basamakları Şekil 2'de gösterilmiştir.

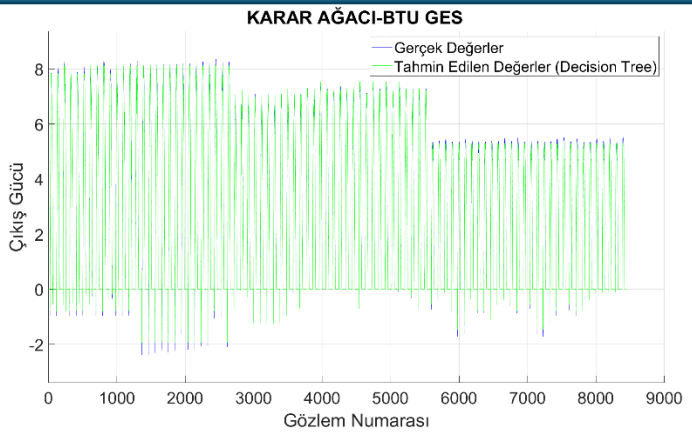


Şekil 2: Önerilen modelin akış şeması

Uygulanan modelleme süreci, karar ağaçlarının güçlü regresyon kabiliyeti sayesinde oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Tablo 1 elde edilen tahmin sonuçlarını göstermektedir. Şekil 3'te ise Karar Ağacı yönteminin BTU GES Tahmin Edilen ve Gerçek Değerleri ile Karşılaştırması gösterilmektedir. Tahmin edilen değerlerin gerçek değerleri çok büyük bir doğrulukla (R^2=0.9995) takip ettiği görülmektedir.

Tablo 1: Karar Ağacı BTÜ Tahmin Sonuçları

Model	R^2	RMSE	MAE	MAPE
Karar Ağacı BTÜ	0.9995	0.0453	0.0217	2.1537e+11



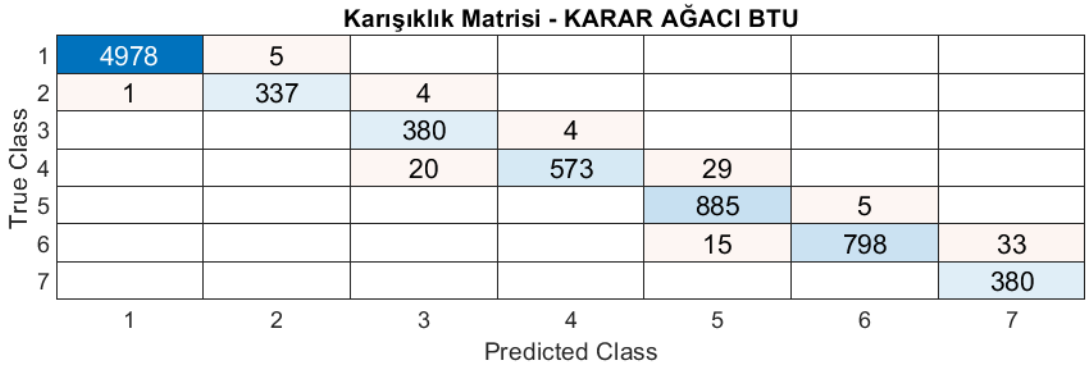
Şekil 3: Karar Ağacı BTU GES tahmin edilen ve gerçek değerlerin karşılaştırması

Sonuçların istatistiksel güvenilirliği ayrıca bir karışıklık matrisi (confusion matrix) ile değerlendirilmiştir. Bu yöntem, özellikle çok sınıflı tahmin problemlerinde modelin sınıflandırma başarımını somut olarak gözlemleme imkânı sunmuştur [1].

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Uygulanan karar ağacı modeli, doğruluk metrikleri bakımından oldukça yüksek performans sergilemiştir. Matlab tabanlı yapılan YZ modelinin Determinat katsayısı (R^2) değeri 0.9995 olarak elde edilmiştir. Bu oran, modelin hedef değişkenin varyansının yaklaşık %99.95'ini açıkladığını göstermektedir. Ayrıca modelin hata metriklerinden RMSE değeri 0.0453, MAE değeri 0.0217 olarak belirlenmiştir. Bu değerler, tahmin edilen ve gerçek değerler arasındaki farkın oldukça düşük olduğunu ortaya koymaktadır. MAPE değeri ise 2.1537×10^{11} gibi oldukça yüksek bir sayı vermiştir; bu durum, çok küçük gerçek değerlerin bulunması ve yüzdelik sapmaların logaritmik olarak büyümesinden kaynaklanmış olabilir [11].

Modelin sınıflandırma başarımı, 7x7 boyutunda bir karışıklık matrisi ile değerlendirilmiştir. Bu matris incelendiğinde, diagonalde yer alan doğru sınıflandırmaların oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle 1.,2.,3. ve 4. Sınıfları için doğru tahmin yapmış ve bu doğrultuda genel başarı oranı %95'in üzerine çıkmıştır. Yanlış sınıflandırmalar oldukça az sayıda olduğu Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Karar Ağacı yönteminde elde edilen karışıklık matrisi

Sonuç olarak, karar ağacı algoritması kullanılarak gerçekleştirilen güç tahminleme modelinin, yüksek doğruluk ve düşük hata oranları ile etkili bir yaklaşım sunduğu tespit edilmiştir. Özellikle R^2 değerinin yüksekliği, bu yöntemin güvenilirliğini desteklemektedir. Ayrıca karışıklık matrisi analizi, sınıflandırmada dengeli bir başarı elde edildiğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda karar ağaçları, enerji tahminleme uygulamalarında etkin bir yöntem olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, karar ağacı algoritmasının güç tahmini gibi karmaşık yapılı regresyon problemlerinde oldukça etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle R^2 değerinin 0.9995 gibi oldukça yüksek bir seviyede olması, modelin bağımlı değişken üzerindeki açıklayıcılığının neredeyse tam düzeyde olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, RMSE ve MAE gibi hata metriklerinin düşük olması modelin tahmin doğruluğunu desteklemektedir.

Karar ağaçları ile yapılan bu tahminleme modeli, literatürde benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında üstün performans göstermiştir. Örneğin, Referans [14]'te karar ağaçlarıyla elektrik yük tahmini yapılmış ve R^2 değeri 0.95 civarında rapor edilmiştir. Bu çalışma, modelin doğruluğunun veri seti kalitesi ve ön işleme süreçleriyle doğrudan ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Bizim çalışmamızda, detaylı veri temizleme ve uygun hiperparametre ayarları sayesinde daha yüksek başarı elde edilmiştir.

Ayrıca, karışıklık matrisi analizi ile modelin sınıflandırma performansı değerlendirilmiş ve özellikle 1., 3., 4., 5. ve 6. sınıflarda yüksek oranda doğru tahminler yapılmıştır. Bu sonuçların karar ağaçları ile yaptığı çok sınıflı tahmin çalışmasıyla paralellik göstermektedir. [13]. Onların çalışmasında da benzer şekilde, orta ve yüksek yoğunluklu sınıflarda yüksek doğruluk değerleri elde edilmiştir.

Ancak bu çalışma bazı sınırlamalara da sahiptir. Özellikle MAPE değerinin oldukça yüksek çıkması, bazı çok küçük gerçek değerlerin model tarafından yüzdelik sapma açısından abartılı değerlendirilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu durum literatürde de yaygın olarak tartışılmakta olup, benzer bir bulguda MAPE yerine MAE kullanılmasını önermektedir. [9]. Gelecek çalışmalarda MAPE değerini stabilize etmek için log dönüşümleri veya IQR temelli normalizasyonlar kullanılabilir.

Ek olarak, bu çalışma yalnızca karar ağacı algoritması üzerine odaklanmıştır. Farklı yapay zekâ yöntemleri (örneğin Random Forest, Gradient Boosting veya Derin Öğrenme modelleri) ile karşılaştırmalı analizler yapılması, yöntemin mutlak etkinliğini daha güçlü biçimde ortaya koyabilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada karar ağaçları ile yapılan güç tahminleme modeli; yüksek doğruluk, düşük hata oranları ve güçlü sınıflandırma başarısıyla öne çıkmıştır. Özellikle enerji talep yönetimi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının planlamasında karar destek sistemlerine entegre edilebilecek güvenilir bir tahminleme aracı olma potansiyeline sahiptir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, yapay zekâ temelli karar ağacı algoritması kullanılarak enerji tahminlemesi yapılmış ve elde edilen sonuçlar literatürdeki benzer çalışmalara kıyasla oldukça başarılı olmuştur. Modelin elde ettiği R^2 değeri 0.9995, RMSE değeri 0.0453, MAE değeri 0.0217 ve MAPE değeri 2.1537e+11 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, karar ağacının güç tahminleri ve sınıflandırma problemlerinde yüksek doğruluk ve düşük hata oranları sağladığını göstermektedir. Ayrıca, karışıklık matrisi ile yapılan değerlendirmeler de modelin sınıflandırma başarısını teyit etmiştir. Özellikle, 1., 3., 4., 5. ve 6. sınıflarda yüksek doğruluk oranları elde edilmiştir.

Sonuçlar, karar ağaçları algoritmasının enerji sektöründeki talep tahminleme, enerji üretimi ve diğer kritik enerji parametrelerinin öngörülmesinde etkin bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Enerji talep yönetimi, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu konusunda karar destek sistemlerinde kullanılabilecek güçlü bir modeldir.

Bununla birlikte, elde edilen sonuçlar bazı sınırlamalara da sahiptir. MAPE değeri, özellikle küçük veri noktalarında yüzdelik hata oranlarının çok yüksek olmasına neden olmuştur. Bu sorunu aşmak için, verinin logaritmik dönüşümü veya IQR temelli normalizasyon yöntemlerinin kullanılması önerilebilir. Ayrıca, bu çalışmada sadece karar ağaçları kullanılmıştır. Gelecek araştırmalarda, karar ağaçları ile birlikte diğer yapay zekâ ve makine öğrenimi yöntemleri de karşılaştırılabilir.

Özellikle, Random Forest ve Gradient Boosting gibi ansamble yöntemleri ile model başarısı daha da artırılabilir.

Önerilen bir diğer önemli geliştirme, modelin daha büyük veri setleri ile test edilmesidir. Gerçek zamanlı veri kullanımı, modelin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırabilir. Ayrıca, çok değişkenli modellerin geliştirilmesi, tek bir bağımsız değişken ile yapılan tahminlerden daha doğru sonuçlar verebilir.

Son olarak, karar ağaçları algoritmasının çok sınıflı enerji tahminleme süreçlerine entegrasyonu konusunda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Özellikle, çok sınıflı sınıflandırma problemlerinde modelin başarısı arttırılabilir ve daha geniş veri setleri üzerinde test edilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın tamamlanabilmesi için gerekli bilgi ve belgelerin sağlanmasında değerli desteklerini esirgemeyen Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Başhekim Yardımcısı Doç. Dr. Mehmet Oğuzhan Ay'a, İdari ve Mali İşler Müdürü Sayın İbrahim Bayoğlu'na, Teknik Hizmetler Müdürü Sayın Yasin Erikligil'e ve Teknik Amir Sayın Mustafa Demircan'a teşekkür ederiz.

REFERANSLAR

[1] Zhao, J., Chen, M., & Huang, D. (2022). *Confusion Matrix Evaluation in Multi-Class Power Prediction Using Decision Trees*. IEEE Access, 10, 114587–114596.
[2] Kandpal, V., & Kumar, A. (2023). A review on machine learning techniques for short-term electricity demand forecasting. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 56, 103056.
[3] Özer, D., & Aksoy, B. (2024). Yapay Zekâ Uygulaması ile Güneş Paneli Sistemi Enerji Tahmini. *Yalvaç Akademi Dergisi*, 9(2), 138-151.
[4] Akpolat, O., & Ertürk, G. (2023). Karar Ağaçları ve Yapay Sinir Ağlarının Karşılaştırılması: Kimyasal Verilerin Tahmini Üzerine Bir Örnek Çalışma. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (51), 1-13.
[5] Alrweqah, F., Al-Najjar, H., & Bani-Mustafa, A. (2023). Machine learning-based solar power prediction using decision tree algorithms. *Energy Reports*, 9, 1455-1463.
[6] Chen, Y., Liu, H., & Zhang, W. (2022). Wind speed prediction using hybrid decision tree models. *Renewable Energy*, 189, 1021–1032. https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.03.090
[7] Koç, D. D. (2023). Karar Verme Yöntemleriyle Analizi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 38(4), 1-10.
[8] Karabacak, M., & Erdem, R. (2023). Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Enerji Tüketimi Sınıflandırması: Karar Ağaçları Yaklaşımı. *Elektrik Elektronik ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 33(2), 85–94.
[9] Özdemir, A., & Kaya, H. (2023). Yenilenebilir Enerji Kaynakları için Karar Ağaçları Tabanlı Talep Tahmin Modelleri. Türk Elektrik Mühendisliği Dergisi, 41(1), 112–118.
[10] https://zes.net/Uploads/Page/zes-540-550-hc182-01_tr_090524_2.pdf
[11] Chen, L., & Zhang, Y. (2022). *Application of Decision Tree Algorithms in Renewable Energy Forecasting*. Renewable Energy Reviews, 147, 111196.
[12] Li, X., Wang, Y., & Sun, J. (2023). *Improved Power Load Forecasting Using Hybrid Decision Tree Models*. Energy Reports, 9, 2245–2255.
[13] Wang, Q., Liu, H., & Zhou, T. (2023). *MAPE Sensitivity in Regression Models for Energy Forecasting: A Critical Assessment*. Applied Energy, 336, 120702.
[14] Demirtaş, S., & Yılmaz, F. (2022). Karar Ağaçları ile Elektrik Enerjisi Talep Tahmini: Bir Uygulama. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 35(4), 1164–1175.

DÜZ DİŞLİLİLERDE YORULMA ÇATLAĞI İLERLEMESİNİN VE DİNAMİK DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

Ahmed Kerem DENİZ
Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Mechanical Engineering, 06500 Ankara, Turkey
ORCID: 0009-0003-0000-4845
Prof. Dr. Nizami AKTÜRK
Gazi University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 06570 Ankara, Turkey
ORCID: 0000-0003-1398-8145

ÖZET

Endüstriyel makinalardan otomotiv ve havacılık sektörüne kadar geniş bir alanda en kritik ve yaygın olarak kullanılan güç iletim bileşenlerinden biri olan dişli kutuları, uzun süreli kullanım, ağır çalışma koşulları, yüksek basınç ve yetersiz yağlama gibi nedenlerle çeşitli hasarlara maruz kalabilmektedir. Amerikan Dişli Üreticileri Derneği (AGMA)'ne göre bu hasarlar farklı çeşitlere ayrılmıştır. Bu hasar çeşitlerinin en tehlikelisinin, ani gelişmesi ve sistemde çeşitli kopma ve ayrılmalar sonucu makinanın tamamen işlevini yitirmesine yol açabilmesi sebebiyle dişli yorulması sonucu oluşan diş dibi kırılması olduğu düşünülmektedir. Dişlide oluşan diş dibi çatlağı, zamanla değişen kavrama rijitliğini (TVMS) doğrudan etkileyerek sistemin dinamik cevabında belirgin değişikliklere yol açar. TVMS, dişlinin dinamik davranışını doğrudan etkileyip titreşim tepkisini oluşturan ve bu sayede dişli arızalarını belirlemede etkili olan bir parametredir. Yapılan çalışma kapsamında TVMS, literatürde en sık kullanılan sonlu elemanlar yöntemi yardımıyla hesaplanmıştır. Diş dibi çatlağının başlangıç lokasyonu, yük dağılımına, işleme izleri ve çizik gibi imalat sırasında oluşabilecek kusurlara bağlı olduğu için oluşması muhtemel bölge içinde farklı senaryolar kurgulanmıştır. Oluşan çatlağın etkisinin detaylı görülmesi ve olası erken teşhiste sistemin cevabını elde etmek için farklı çatlak uzunluklarına göre sonlu elemanlar analizi yapılmış ve TVMS değerleri elde edilmiştir. Daha sonrasında sistemin hareket denklemleri elde edilmiş ve 4. dereceden Runge-Kutta metodu kullanılarak MATLAB programında çözüm alınmıştır. Elde edilen titreşim cevabının daha detaylı yorumlanması için zaman ve frekans tanım bölgelerinde analizi yapılmıştır. Sistemin titreşim cevabı, zaman alanında farklı istatistiksel parametrelerin analizi; frekans alanında ise hızlı Fourier dönüşümü (FFT) kullanılarak incelenmiş ve yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Düz dişli, yorulma çatlağı ilerlemesi, sonlu elemanlar yöntemi, kavrama rijitliği

INVESTIGATION OF FATIGUE CRACK GROWTH AND DYNAMIC BEHAVIOR IN SPUR GEARS

ABSTRACT

Gearboxes are among the most critical and commonly used power transmission components across a wide range of applications, from industrial machinery to the automotive and aerospace sectors. Due to prolonged usage, heavy operating conditions, high pressure, and insufficient lubrication, gear systems are susceptible to various types of damage. According to the American Gear Manufacturers Association (AGMA), these damages are classified into several types. Among these, the most critical failure mode is considered to be the tooth root fracture caused by gear fatigue, due to its sudden development and its potential to cause breaks and separations within the system, ultimately leading to complete functional loss of the machine. A tooth root crack directly affects the time-varying mesh stiffness (TVMS), resulting in significant changes in the dynamic response of the system. TVMS is a parameter that directly influences the dynamic behavior of the gear, generates the vibration response, and thus plays a crucial role in detecting gear failures. In this study, TVMS will be calculated using the finite element method, the most widely used approach in literature. Since the initiation location of the tooth root crack depends on factors such as load distribution, machining marks, and manufacturing defects like scratches, different scenarios were developed within the probable crack initiation zone. To observe the effect of the crack in detail and enable potential early detection, finite element analyses were carried out for different crack lengths, and the corresponding TVMS values were obtained. Subsequently, the equations of motion for the system were derived, and the solution was obtained in MATLAB using the fourth-order Runge-Kutta method. The obtained vibration responses were analyzed in both the time and frequency domains. In the time domain, various statistical parameters were evaluated, while in the frequency domain, the responses were examined and interpreted using the Fast Fourier Transform.

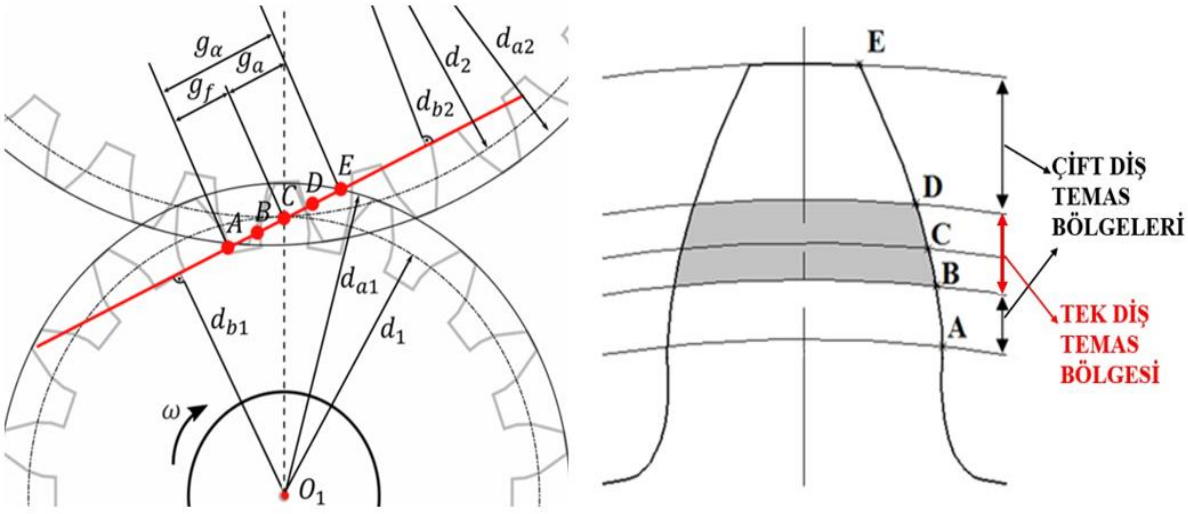
Keywords: Spur gear, fatigue crack growth, finite element method, mesh stiffness

1. GİRİŞ

Dişli kutuları, endüstriyel makinelerden otomotiv ve havacılık sektörüne kadar geniş bir alanda kritik ve yaygın olarak kullanılan güç iletim bileşenlerindendir. Dişli sistemleri, uzun süreli kullanım ve ağır çalışma koşulları altında; yüksek basınç ve yetersiz yağlama gibi etkenler sonucu çeşitli hasarlara uğrayabilir. Amerikan Dişli Üreticileri Derneği (AGMA), bu hasarları farklı kategorilere ayırmaktadır (Kızılaslan vd., 2009). Bu kategoriler arasında yer alan çukurlaşma ve

diş dibi kırılması, tekrarlayan yüklemeler nedeniyle ortaya çıkan yorulma sonucu oluşmaktadır. Dişlinin diş dibinden kırılması, bir rotor veya pervanenin ayrılmasına, bir hava taşıtının kaybına ve olası ölümlere yol açabilmesi sebebiyle tüm sistem için ciddi bir tehdit oluşturabilir (Lewicki, 2002).

2. Dünya Savaşı sonrası endüstrideki insan gücünün azalması ve makinalara olan talebin artması sonucu düzeltici bakım yönteminin yetersizliği ortaya çıkmış, yeni bakım tekniklerinin geliştirilmesi ihtiyacı doğmuştur (Gillespie, 2015). Özellikle rotorlu hava araçlarında, güç aktarma sistemleri için arıza teşhisi en önemli konulardan birisi olmuş ve güç aktarma sistemleri için güvenilir bir sağlık ve kullanım izleme sistemine duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artmıştır (Zakrajsek vd., 1998). Bu ihtiyaca bir cevap olan kestirimci bakım, geleneksel bakım stratejilerine kıyasla daha etkin, ekonomik ve sürdürülebilir bir çözüm sunması nedeniyle endüstriyel uygulamalarda giderek daha fazla tercih edilmektedir. Kestirimci bakım uygulamalarında en yaygın ve etkili kullanılan yöntemlerden biri titreşim analizidir. Makinanın durumuna ve yapısına bağlı olarak her parçanın kendine özel bir titreşim sinyali vardır. Bu titreşim sinyalinin değişmesi sistemde bir kusur olduğunu gösterir ve bu sayede arızalar tespit edilebilir, daha büyük bir yıkımın önüne geçilebilir (Kumar vd., 2018). Zamanla değişen kavrama rijitliği (TVMS), dişlinin dinamik davranışını doğrudan etkileyen ve bu yönüyle dişli arızalarını belirlemede kritik rol oynayan bir parametredir. TVMS, dişliler arasındaki kavrama süresince temas yükünün taşınma kapasitesini ifade eder. Diş dibinde meydana gelen bir çatlak, bu kavrama rijitliğini önemli ölçüde değiştirerek sistemin dinamik yanıtında belirgin farklılıklara neden olur. TVMS'deki bu tür değişiklikler, titreşim spektrumunda belirli frekans bileşenlerinin oluşmasına yol açar ve bu da arızaların erken evrede tespit edilmesini mümkün kılar. Bu bağlamda, TVMS'nin hassas ve doğru bir biçimde hesaplanması, dişlinin gerçek çalışma koşullarına uygun şekilde modellenmesine ve güvenilir bir arıza teşhis sisteminin oluşturulmasına olanak tanır. Hasarın varlığının ve ilerleme düzeyinin erken belirlenmesi ise, daha ciddi ve maliyetli makine arızalarının önlenmesine katkı sağlar. TVMS hesabında, dişlilerin kavrama doğrusu boyunca hangi yük konumunda olduğunun doğru bilinmesi gerekir. Dişli çiftinin tek veya çift diş bölgesinde olması ve bu bölgelerdeki hangi noktada olduğu kavrama rijitliğini büyük ölçüde etkiler (Mohammed vd., 2013).



Şekil 1: Kavrama halindeki dişli çiftindeki önemli noktalar ve diş temas bölgeleri (Karpat ve Doğan, 2018; Andary vd., 2023)

A noktası kavramanın başladığı noktayı ifade eder ve pinyonun temel dairesinin biraz üstünde konumlanır. Kavrama durumundaki ilk dişli çifti bu noktada kavramada iken ikinci dişli çifti de D noktasında kavrama halindedir. D noktası tek diş temasının en üst noktası olarak adlandırılır ve maksimum eğilme gerilmesinin oluştuğu noktayı hesaplarken kullanıldığı için dişli hesaplarında önemli bir noktadır. B noktası tek diş temasının en alt noktası olarak adlandırılır noktayı ifade eder ve bu noktada bütün yük tek bir dişli çifti üzerinden ilerlemeye başlar. E noktasının konumu ise pinyonun diş başı dairesinin yarıçapına eşittir ve kavrama doğrusunun bittiği noktaya karşılık gelir. TVMS hesabı için kavrama doğrusu üzerindeki önemli noktalardan yük uygulanıp dişte meydana gelen deformasyonlar ölçülmüştür. Daha sonrasında dişin kavrama doğrusu üzerinde hangi noktada olduğu hesaplanıp TVMS hesabı gerçekleştirilmiştir.

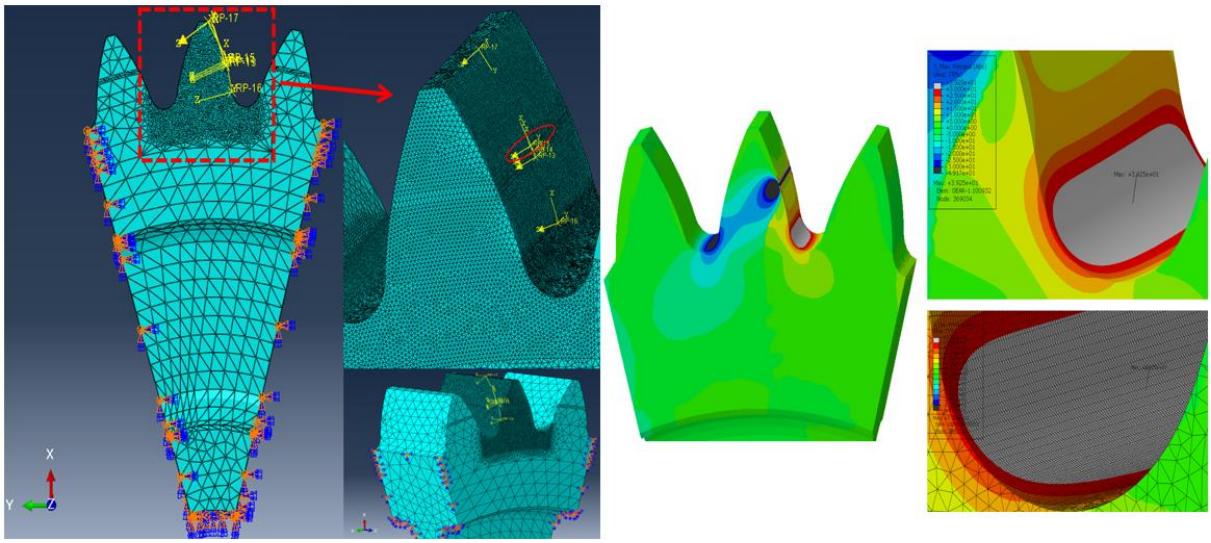
Pratikte dişlide tam olarak çatlak başlangıç konumunu tahmin etmek zordur çünkü bu konum diş genişliği üzerindeki yük dağılımına, işleme izleri ve çizik gibi imalat sırasında oluşabilecek kusurlara bağlıdır (Pehan vd., 2007). Bu nedenle, dişlide yorulma çatlağının başlangıcının, maksimum çekme gerilmesinin bulunduğu bölgede geniş bir aralıkta başlayabileceği öngörülmektedir. Bu durumu dikkate alarak, ideal koşulları temsil eden birinci senaryoya ek olarak iki farklı senaryo daha oluşturulmuştur. İkinci senaryoda yorulma çatlağının ideal konumdan beş eleman (~0.5 mm) daha aşağıda ve üçüncü senaryoda da yorulma çatlağının ideal konumdan 0.5 mm daha yukarıda başladığı varsayılmıştır. TVMS hesapları 3 senaryo için ayrı olarak gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan zamanla değişen kavrama rijitliklerinin doğruluğunu doğrudan

teyit etmek amacıyla analitik formüllere dayanan hazır bir program kullanılmıştır. Daha sonrasında kavrama rijitliği değerleri, dişli sisteminin hareket denklemlerinde kullanılarak sistemin titreşim cevabı elde edilmiştir. Titreşim cevabı, zaman ve frekans tanım bölgelerinde ayrı şekilde incelenerek diş dibi çatlağının dişli sisteminin dinamik davranışına etkisi yorumlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

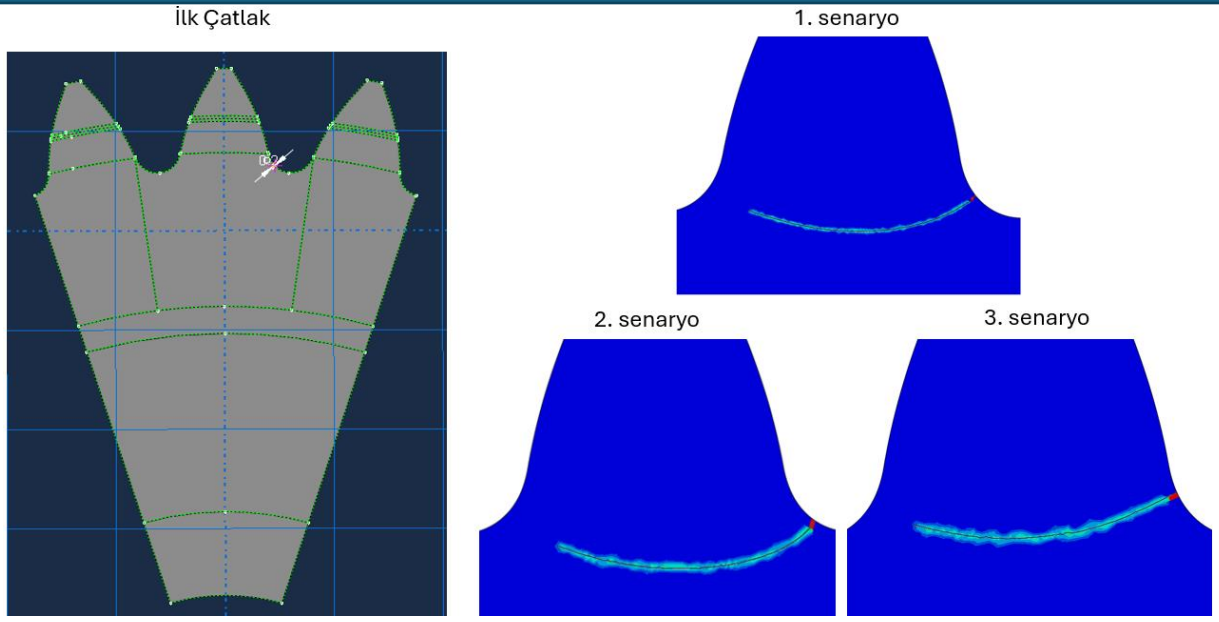
2.1. Çatlak Senaryolarının Hazırlanması ve Kavrama Rijitliği Hesabı

İlk adım olarak dişlide yorulma çatlağının nerede başladığının tespitini yapmak için bir sonlu elemanlar program olan ABAQUS® programında statik analiz yapılmıştır. Yapılan analizin sınır koşulu olarak aşağıda gösterildiği gibi dişlinin üç diş olarak kesildiği kısımlar ve göbek kısmı ankastre mesnetlenmiş ve tek diş temasının en üst noktasından kuvvet uygulanmıştır. Bunun sonucunda dişlide maksimum çekme gerilmesinin olduğu nokta tespit edilmiştir.



Şekil 2: Dişlinin ABAQUS® ile oluşturulan sonlu elemanlar ağ yapısı ve analiz sonuçları

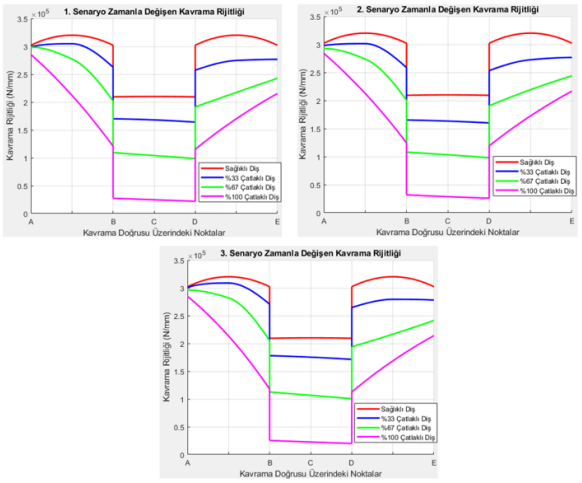
Yapılan statik analiz sonucu işaretli düğüm noktasında maksimum çekme gerilmesinin oluştuğu görülmüştür. Bu noktadan geçen ve diş genişliği boyunca sabit olduğu düşünülen çizgide yorulma çatlağının başlayacağı varsayılmıştır (Wei ve Jiang, 2019). Bu varsayımlar ışığında ilk senaryodaki çatlak geometrisi, literatürle uyumlu olacak şekilde 0.2 mm uzunluğunda ve asal gerilmeye dik olacak şekilde oluşturulmuştur. Çatlak ilerlemesinin analizi ise yine ABAQUS® programındaki XFEM modülü ile gerçekleştirilmiştir.



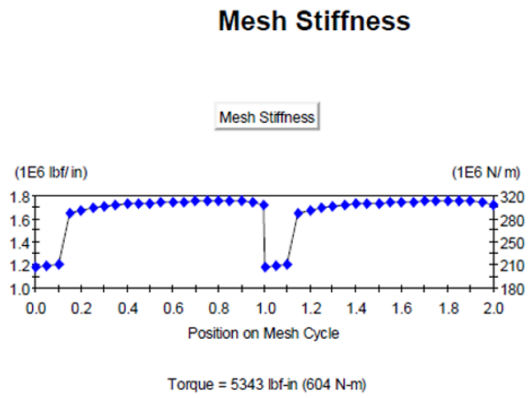
Şekil 3: İlk çatlak geometrisi ve senaryoların çatlak ilerleme analizi sonuçları

Yukarıdaki şekilde çatlak ilerleme analizi sonuçları için kırmızı ile gösterilen ilk çatlağı, yeşil ile gösterilen bölge ise oluşan çatlağı temsil etmektedir. Senaryoların çatlak bitiş noktaları birbiriyle kıyaslandığında 1. ve 2. senaryo arasında 416 mikron, 1. ve 3. senaryo arasında ise 287 mikron fark olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, dişlinin rim oranının çok yüksek olması sebebiyle ilk çatlak açısı veya konumundan bağımsız bir şekilde çatlak, dişli yönünde ilerleme eğilimindedir. Bir sonraki aşamada, elde edilen çatlak geometrileri, %33 çatlak, %67 çatlak ve %100 çatlak olmak üzere üç durumda dişli geometrisine yansıtılmış ve birim yük verilerek elde edilen deformasyon sonucu TVMS hesaplanmıştır. Aşağıdaki şekilde sonlu elemanlar yöntemi (FEM) ve analitik yöntem tabanlı bir hazır program olan WindowsLDP® sonuçları verilmiştir. Düz ve helisel dişli çiftleri için dişli tasarım ve analiz aracı olan WindowsLDP® programının dişlide çatlağa bağlı bir analiz imkanı sunmaması sebebiyle FEM ve WindowsLDP sonuçları sadece sağlıklı durum için kıyaslanmıştır.

FEM



WindowsLDP



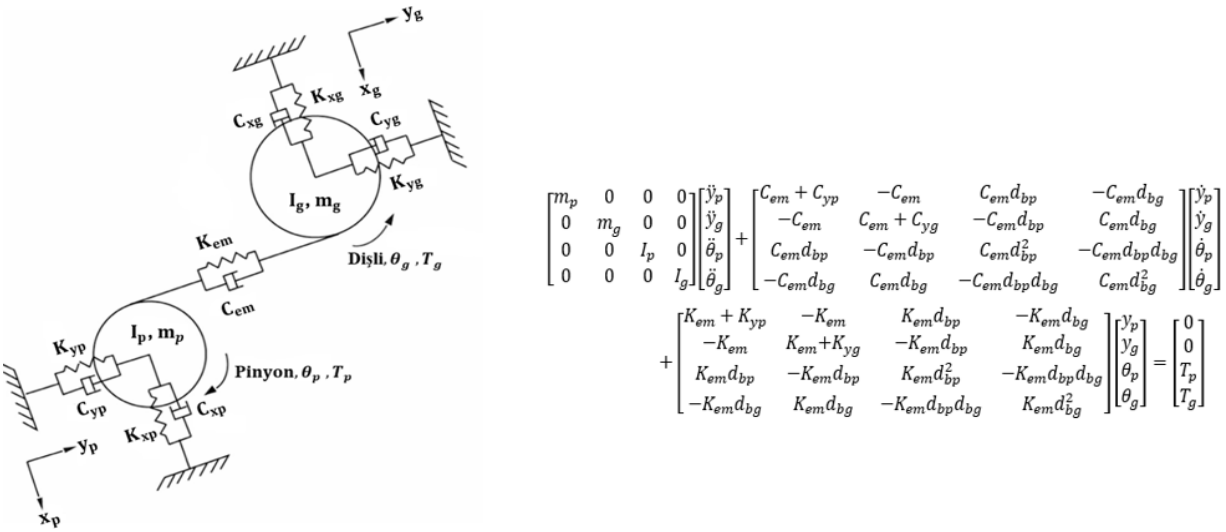
Kavrama Rijitliği (N/mm)	WindowsLDP®	FEM	Fark (%)
Minimum	206814	209439,9	1,2697
Maksimum	307407	319884,2	4,0589
Ortalama	288888	294757,3	2,0317
Tepe-Tepe	100593	110444,3	9,7933

Şekil 4: FEM ve WindowsLDP sonuçlarının kıyaslanması

İki yöntem karşılaştırıldığında ortalama değerler için farkın %2 olduğu görülmüştür. Buna göre, sonlu elemanlar yöntemi (FEM) ile yapılan kavrama rijitliği hesapları ile WindowsLDP® ile uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Hesaplanan kavrama rijitliği değeri dişli dinamik modelindeki K_{em} elemanı ile ifade edilmiştir.

2.2. Dişli Dinamik Modeli ve Titreşim Analizi

Zamanla değişen kavrama rijitliğinin hesaplanmasının ardından dişli sisteminin dinamik modeli oluşturulmuştur. İyi yağlama koşulları olduğu varsayıldığından sürtünme kuvveti ihmal edilmiştir. Bununla beraber x yönündeki titreşimin de serbest titreşim olduğu ve içsel sönümleme sebebiyle kaybolacağı düşünülmektedir. Bunun sonucunda oluşturulan dört serbestlik dereceli dinamik modelin şematik gösterimi ve elde edilen hareket denklemleri aşağıdaki gibidir.



$$\begin{bmatrix} m_p & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_g & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_p & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_g \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \ddot{y}_p \\ \ddot{y}_g \\ \ddot{\theta}_p \\ \ddot{\theta}_g \end{bmatrix}+\begin{bmatrix} C_{em}+C_{yp} & -C_{em} & C_{em}d_{bp} & -C_{em}d_{bg} \\ -C_{em} & C_{em}+C_{yg} & -C_{em}d_{bp} & C_{em}d_{bg} \\ C_{em}d_{bp} & -C_{em}d_{bp} & C_{em}d_{bp}^2 & -C_{em}d_{bp}d_{bg} \\ -C_{em}d_{bg} & C_{em}d_{bg} & -C_{em}d_{bp}d_{bg} & C_{em}d_{bg}^2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \dot{y}_p \\ \dot{y}_g \\ \dot{\theta}_p \\ \dot{\theta}_g \end{bmatrix}$$

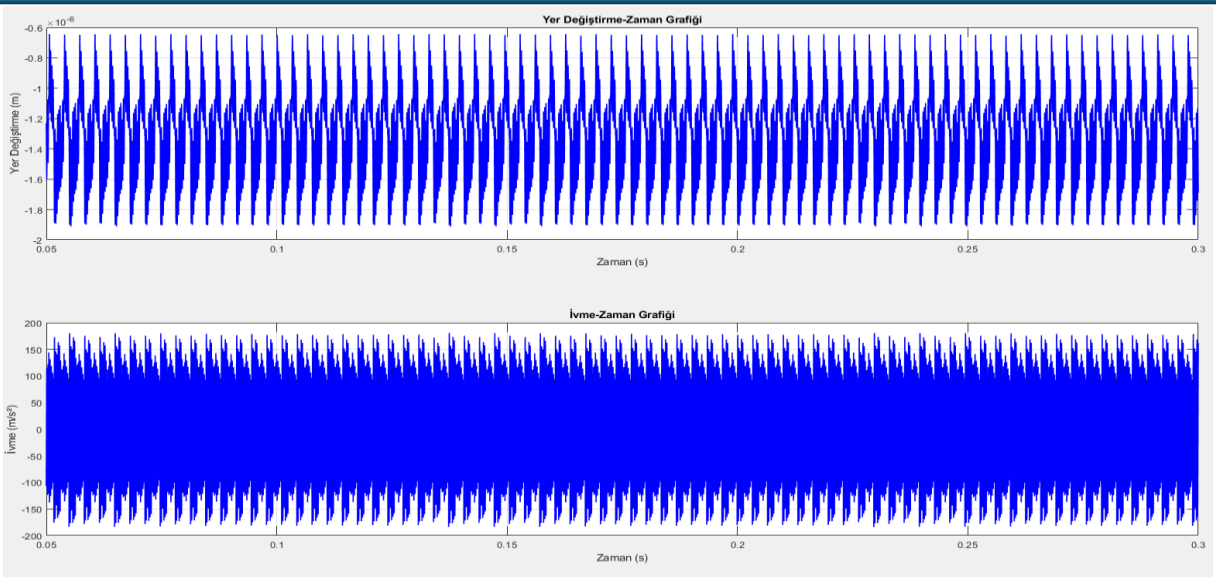
$$+\begin{bmatrix} K_{em}+K_{yp} & -K_{em} & K_{em}d_{bp} & -K_{em}d_{bg} \\ -K_{em} & K_{em}+K_{yg} & -K_{em}d_{bp} & K_{em}d_{bg} \\ K_{em}d_{bp} & -K_{em}d_{bp} & K_{em}d_{bp}^2 & -K_{em}d_{bp}d_{bg} \\ -K_{em}d_{bg} & K_{em}d_{bg} & -K_{em}d_{bp}d_{bg} & K_{em}d_{bg}^2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} y_p \\ y_g \\ \theta_p \\ \theta_g \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ T_p \\ T_g \end{bmatrix}$$

Şekil 5: Dişli sisteminin dinamik modeli ve hareket denklemleri

Burada dişli ve pinyonda malzeme ve diş geometrik özellikleri hesaplama açısından kolaylık olması için aynı seçilmiştir. Elde edilen 4 adet 2. derece diferansiyel denklem, MATLAB® programında 4. derece Runge-Kutta metodu ile çözümlenmiştir.

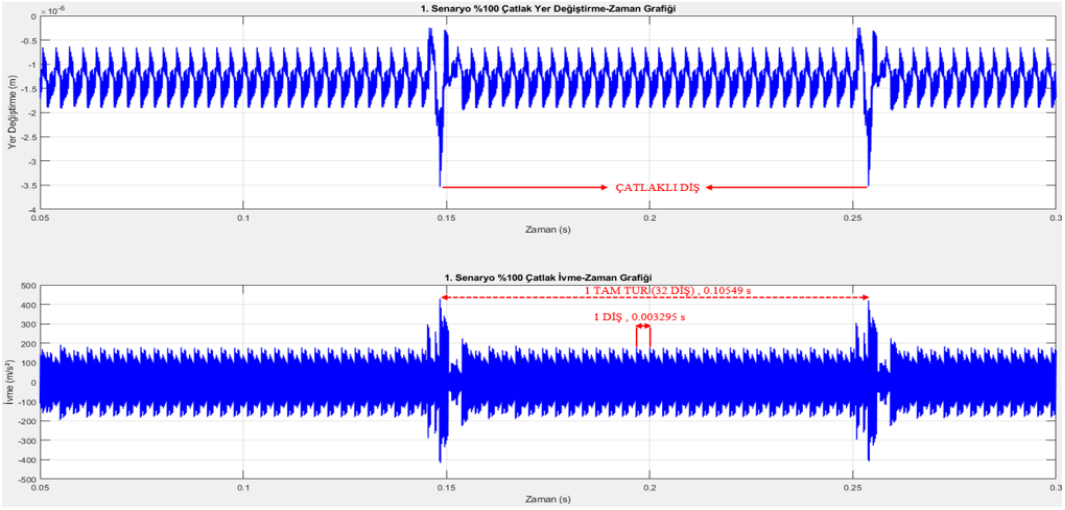
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Titreşim verisinin zaman tanım bölgesi incelenmesi, sistemin dinamik davranışını anlamak ve olası arızaları tespit etmek için temel bir adımdır. Zaman tanım bölgesi analizi, ölçülen ivme, hız veya yer değiştirme verilerinin zamana bağlı değişimini göstererek sistemin genel titreşim seviyesini, periyodik bileşenlerini ve ani değişimleri gözlemlemeyi sağlar. Ayrıca, istatistiksel ölçütler olan RMS (ortalama kök değeri), crest faktörü ve kurtosis gibi parametreler kullanılarak titreşimin karakteristiği hakkında bilgi elde edilir. Sağlıklı durum için elde edilen yer değiştirme-zaman ve ivme-zaman grafikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6: Sağlıklı dişli için ivme-zaman ve yer değiştirme-zaman grafikleri

Dişli kavrama frekansı (GMF) bir dişli kutusu titreşim spektrumunda baskın özelliktir. Bu frekans değeri bir dişli üzerindeki diş sayısı ile dişlinin dönme hızının çarpılmasıyla kolayca hesaplanır. Bir dişli seti sabit bir orana sahip olduğundan dişli kavrama frekansı hem pinyon hem dişli için aynıdır. GMF formülü ve 1. senaryo %100 çatlaklı durumun zaman alanında titreşim grafiği aşağıdaki gibidir. Burada çatlaklı dişin bir sonraki kez kavramaya girişi için geçen süre tam tur periyodunu, GMF değerinin tersi ise bir dişte geçen süreyi ifade eder.



$$GMF = z \times f = \frac{z \times n(rpm)}{60} = \frac{32 \times 569}{60} = 303.467\ Hz$$

$$T_{\text{TAM TUR}} = \frac{1}{f} = 0.10549\ s\,, \qquad T_{\text{BİR DİŞ}} = \frac{1}{GMF} = 0.003295\ s$$

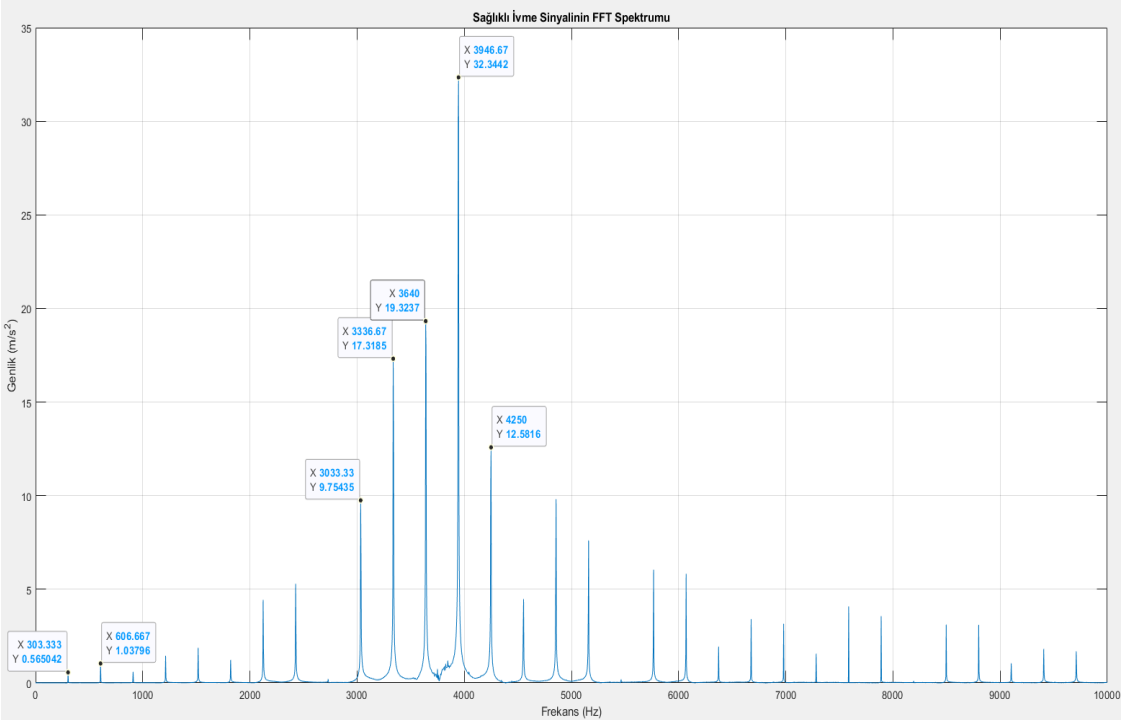
Şekil 7: 1. senaryo %100 çatlaklı durum yer değiştirme-zaman ve ivme-zaman grafikleri

İvme-zaman grafiklerinde yalnızca ham veriye dayanarak kesin sonuçlara ulaşmak her zaman güvenilir olmayabilir**.** Sinyalin istatistiksel özelliklerini analiz etmek, sistemin davranışına dair daha derinlemesine ve objektif bir değerlendirme sunar. Bu sebeple karekök ortalama değer (RMS), tepe değeri, crest faktörü, basıklık ve çarpıklık ile analiz yapılmıştır.

Çizelge 1: Zaman domeninde istatistiksel parametreler analizi

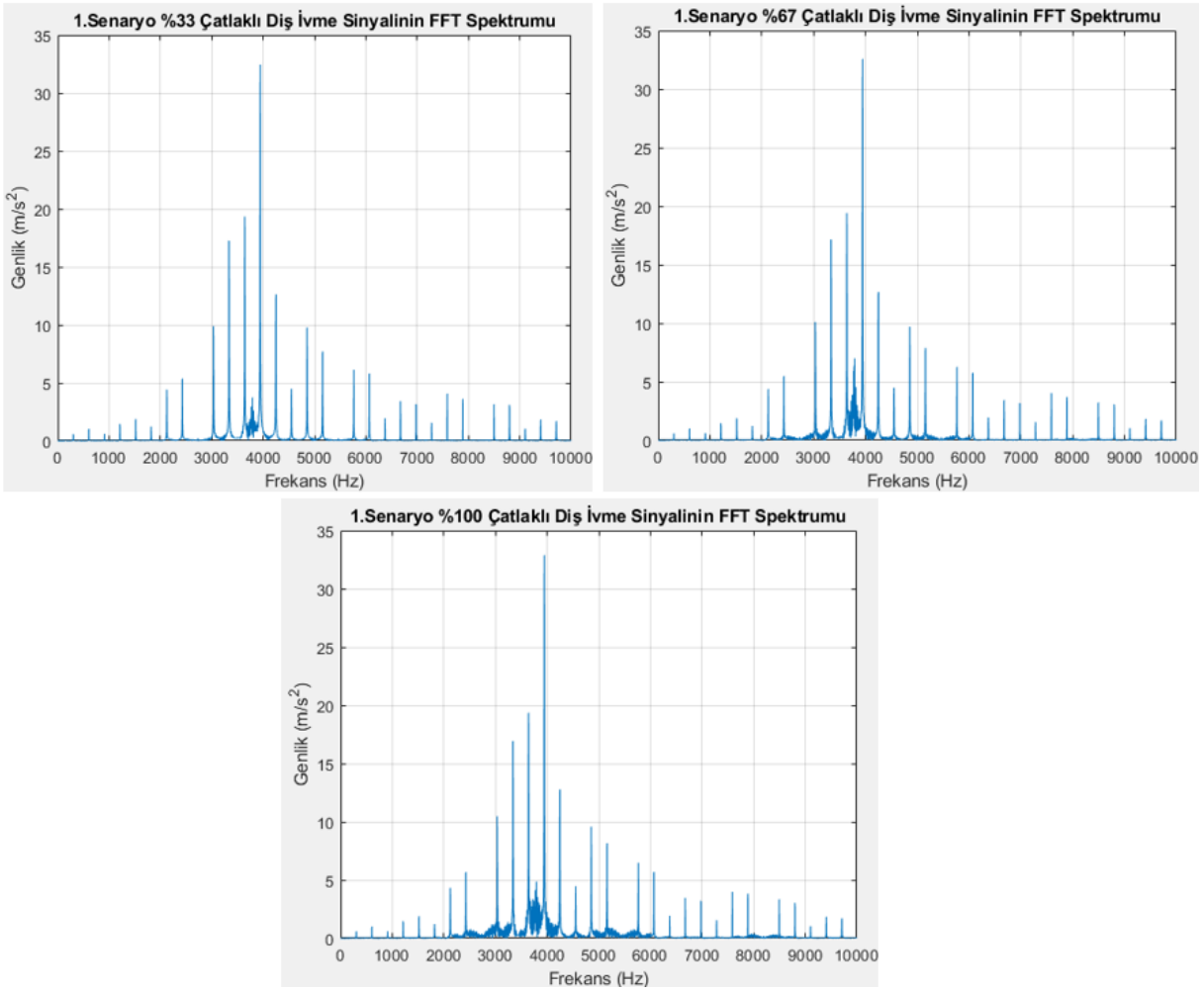
		SENARYOLAR									
		Sağlıklı Durum	**1. Senaryo**			**2.Senaryo**			**3.Senaryo**		
		Sağlıklı Diş	%33 Çatlak	%67 Çatlak	%100 Çatlak	%33 Çatlak	%67 Çatlak	%100 Çatlak	%33 Çatlak	%67 Çatlak	%100 Çatlak
İstatistiksel Parametreler	**RMS**	99,656	100,741	104,102	105,021	100,679	103,586	104,758	100,576	104,828	105,341
	Tepe Değeri	210,294	234,314	355,093	429,178	231,275	348,995	422,884	228,188	368,874	444,537
	Crest Faktörü	2,11	2,326	3,411	4,087	2,297	3,369	4,037	2,269	3,519	4,22
	Basıklık	1,687	1,735	2,064	2,287	1,73	2,016	2,247	1,727	2,146	2,37
	Çarpıklık	-0,052	-0,047	-0,033	-0,031	-0,048	-0,036	-0,032	-0,048	-0,031	-0,031

Zaman alanındaki analiz sonuçları yukarıdaki gibidir. Sonuçlar incelendiğinde çatlağa en duyarlı olan parametrelerin sırasıyla tepe değeri, crest faktörü ve basıklık olduğu; RMS ve çarpıklığın ise arıza teşhisi için tek başlarına yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca en uzak senaryolar olan 2. ve 3. senaryo için parametresel fark ortalama %3,5 olarak hesaplanmıştır. Zaman tanım bölgesinde incelenen ivme sinyalleri, birçok farklı frekansta bileşen içermektedir. Frekans tanım bölgesinde analiz, bu bileşenleri ayrıştırarak belirli arızaların neden olduğu karakteristik frekansları tespit etmeye yardımcı olur. Bu sebeple titreşim sinyali Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) yardımıyla frekans alanında da incelenmiştir.



Şekil 8: Sağlıklı durum sinyalinin FFT spektrumu

Sağlıklı durumun FFT spektrumu yukarıdaki gibidir. Benzer şekilde bütün durumlar için FFT spektrumu çıkarılmıştır. Senaryolar arasındaki farkın ihmal edilebilecek kadar az olması sebebiyle aşağıda örnek olması açısından 1. senaryonun farklı çatlak dereceleri için FFT spektrumu bulunmaktadır.



Şekil 9: 1. senaryo için farklı çatlak derecelerinin FFT spektrumu

Sonuçlar incelendiğinde dişli kavrama frekansının 12. ve 13. harmoniği olan 3640 ve 3945 Hz değerlerinde titreşim sinyalinde maksimum genliğin olmasının, bu değerlerde sistemin doğal frekansı ile olası bir çakışma meydana gelmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu sebeple hareket denklemleri üzerinden sistemin doğal frekansı hesaplanmıştır. Çok serbestlik dereceli bir titreşim sisteminde doğal frekans ve mod şekillerinin belirlenmesi için denklemler özdeğer problemine çevrilir ve aşağıdaki karakteristik denklem ile ifade edilir:

$$[\underline{K} - \omega^2 \underline{M}]X = 0$$

Bu denklemin X=0 dışında bir çözümünün (trivial olmayan çözüm) olması için katsayılar matrisinin karakteristik determinant adı verilen determinantının sıfır olması gerekmektedir.

Denklem sağdan kütle matrisi ile çarpılırsa ve aşağıdaki şekilde yeniden düzenlenirse çözüm basitleştirilebilir.

$$\lambda = \frac{1}{\omega^2}\ , D = \underline{K}^{-1}\underline{M}$$

$$\det\left[\lambda \underline{I} - \underline{D}\right] = 0$$

Burada "D" dinamik matris olarak adlandırılmaktadır. Determinantın çözümü ile sistemin serbestlik derecesi ile aynı derecede bir polinom elde edilir. Bu polinomun kökleri (λ) elde edildikten sonra ($1/\omega^2$) değerine eşitlenerek sistemin doğal frekansları elde edilir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde 3. ve 4. doğal frekans değerlerinin sırasıyla 3555.5 Hz ve 3783.7 Hz olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç ışığında, frekans analizinde 12. ve 13. harmonik değerlerine karşılık gelen 3640 ve 3945 Hz değerlerinde maksimum genliklerin görülmesi, bu değerlerin 3. ve 4. doğal frekansa çok yakın olması ile açıklanabilir.

4. SONUÇLAR

Yapılan modellemeler ve analizler sonucu çatlağın ilerleme yolu ve şiddetiyle dinamik davranış arasında bulunan ilişkiler şu şekilde sıralanabilir. Öncelikle sistemin enerji seviyesini gösteren RMS değerinin çatlakla beraber doğrusal artmadığı ve çarpıklık değerinin tek başına titreşim verilerini yorumlama için yetersiz kaldığı; çatlağın ilerlemesiyle birlikte artan darbe etkisinin tepe değeri ve crest faktörünü doğrudan etkilediği için erken teşhis konusunda yararlı parametreler olabileceği sonucuna varılmıştır. Zaman alanındaki istatistiksel parametreler ile incelemede iki uç senaryo olan 2. ve 3. senaryo arasındaki farkın %3,5 olduğu görülmüştür. Bununla beraber frekans alanında oluşturulan FFT spektrumları incelendiğinde senaryoların ihmal edilebilecek düzeyde farklılıklar içerdiği; FFT sonuçlarına göre sistemde çatlak olması durumunda harmoniklerin genliğinde değil harmoniklerin etrafında oluşan yan bantların sayısında ve genliğinde artış yaşandığı gözlenmiştir. Sistemin 12. ve 13. harmoniklerinde titreşim genliğinin maksimum olmasının sebebinin, bu harmonik değerlerinin rezonans bölgesine çok yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışma, zamanla değişen kavrama rijitliği hesapları ve titreşim analizi alanındaki araştırmalar için yol gösterici olmasının yanı sıra; dinamik test ile simülasyonun doğrulanması, farklı parametreler ve dönüşümlerle zaman ve frekans alanlarında analizlerin yapılması, ayrıca farklı tork ve çevrim oranları için gerçekleştirilecek benzer çalışmalar açısından da hem bir temel hem de bir motivasyon kaynağı niteliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Kızılaslan K., İşel B.,Yavuz İ., "Dişli Çarklarda Meydana Gelen Hasar Türleri" Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2009, (7) 119129

Lewicki, D. G. (2002). Gear Crack Propagation Path Studies-Guidelines for Ultra-Safe Design. Journal of the American Helicopter Society, 47(1), 64–72. https://doi.org/10.4050/jahs.47.64

Gillespie, A. (2015). Condition Based Maintenance: Theory, Methodology and Application. In Proceedings of the Reliability an Maintainablity Symposium, Tarpon Springs, Florida, 26-29.

Kumar, S., Lokesha, M., Kumar, K., & Srinivas, K. R. (2018). Vibration based Fault Diagnosis Techniques for Rotating Mechanical Components: Review Paper. IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 376, 012109. https://doi.org/10.1088/1757-899x/376/1/012109

Zakrajsek, J. J., & Lewicki, D. G. (1998). Detecting gear tooth fatigue cracks in advance of complete fracture. Tribotest, 4(4), 407–422. https://doi.org/10.1002/tt.3020040407

Mohammed, O. D., Rantatalo, M., Aidanpää, J., & Kumar, U. (2013). Vibration signal analysis for gear fault diagnosis with various crack progression scenarios. Mechanical Systems and Signal Processing, 41(1–2), 176–195. https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2013.06.040

Pehan, S., Kramberger, J., Flašker, J., & Zafošnik, B. (2007). Investigation of crack propagation scatter in a gear tooth's root. Engineering Fracture Mechanics, 75(5), 1266–1283. https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2007.04.005

Wei, Y., & Jiang, Y. (2019b). Fatigue fracture analysis of gear teeth using XFEM. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 29(10), 2099–2108. https://doi.org/10.1016/s1003-6326(19)65116-2

THERMO-ECONOMIC ANALYSIS OF A GEOTHERMAL-DRIVEN STEAM FLASH CYCLE INTEGRATED WITH KALINA AND WATER ELECTROLYZER

Sadık ATA
KTO Karatay University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, 42020, Konya, Türkiye
ORCID: 0000-0002-6791-593X

ABSTRACT

In this study, the integration of a single flash geothermal system with Kalina cycle, domestic water heater (DWH) unit and water electrolyzer is proposed, and the production of electricity, hydrogen and hot water is investigated. The performance of geothermal source temperature, re-injection well temperature, Kalina cycle pump inlet temperature, Kalina turbine and steam turbine isentropic efficiency on the multi-generation system is analysed. In addition to energy and exergy analysis, the feasibility of the system is explained with both simple and dynamic (with the time value of money) payback periods. It is seen that the reduction of the Kalina pump temperature and the increase of the Kalina turbine isentropic efficiency increase the overall exergy efficiency of the system, while the annual savings are less than the total investment cost, resulting in a longer payback period. Overall exergy efficiency increased by 13.69% when the Kalina turbine's isentropic efficiency was raised from 65% to 85%. However, the simple and dynamic payback periods increased by 12.08% and 17.45%, respectively, as the total investment cost increase outweighed the savings.

Keywords: Geothermal flash, Kalina Cycle, Thermo-economic, Dynamic Payback, Water Electrolyzer

1. INTRODUCTION

Geothermal energy, one of the renewable energy sources that minimizes the problems utilizing fossil fuels, is characterized by its independence from weather conditions and its permanent supply compared to solar and wind energy. In addition, it can be integrated into many thermodynamic cycles (Celik Toker et al., 2024; Zuo et al., 2024). Besides being used in electricity generation, geothermal energy is also used in hydrogen production and desalination processes. In this way, hydrogen production is carried out through a decarbonized process (Prajapati & Shah, 2024). Important studies on the integration of geothermal energy and hydrogen production in recent years are summarized below.

Kelem and Yilmaz (2024) carried out a thermo-economic analysis of a geothermal energy based multi-production system. In addition to power generation, they investigated hydrogen and

freshwater production with PEM electrolyzer and multi-effect desalination (MED) sub-systems. An exergy efficiency of 28.57% was achieved for the whole system. Li et al. (2024) performed thermodynamic and exergo-environmental analyses on the integration of a double flash geothermal power plant with a PEM electrolyzer for green hydrogen production. They concluded that among the design parameters, the current density has the greatest impact on system performance.

Wang et al. (2025) investigated a multi-production system with absorption and vapor compression refrigeration sub-units under geothermal energy source. Geothermal fluid flow rate and inlet pressure, evaporator and condenser temperatures were examined as decision variables, and 39.78% exergy efficiency and 64.86 $/GJ unit cost were achieved as a result of multi-objective optimization. Yilmaz (2025) proposed a multi-production system by integrating geothermal energy with sCO_2 Brayton, tCO_2 Rankine, PEM electrolyzer and desalination unit. He stated that with this system, 1.479 $/kg hydrogen cost was reached, and 7174 tons of CO_2 was prevented annually.

In this study, the effect of both geothermal source and Kalina cycle design parameters on the performance of the multi-production (electricity, hydrogen and hot water) is determined with exergy efficiency (η_{ex}). As an economic performance, simple payback period (SPP) is compared with dynamic payback period (DPP) which reveals the time value of money.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. System Description

In this study, the integration of a single flash geothermal system with Kalina and PEM electrolyzer is investigated. The electricity generated in the steam turbine is transmitted to the grid. HEX-1 provided the heat load of the Kalina cycle. The electricity generated in the Kalina cycle was used as the power source of the PEM electrolyzer. The temperature required for electrolyzer is provided by PEM water heater (PEMWH). In addition, hot water was produced with DWH at the HEX-1 outlet. A schematic diagram of the system is given in Fig.1.

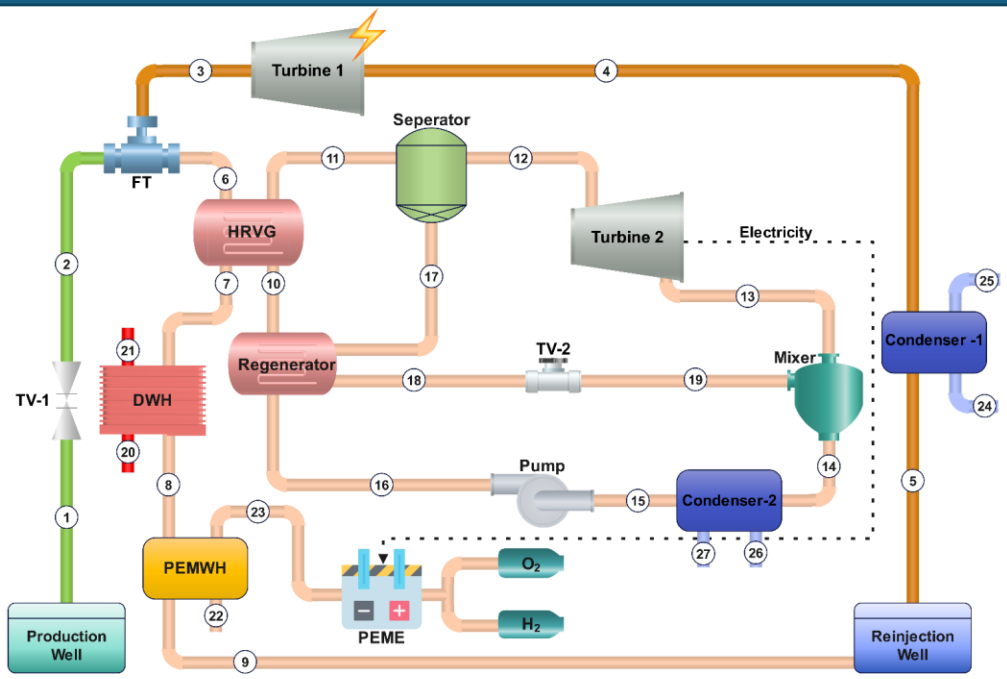


Fig. 1. Schematic diagram of the geothermal flash steam-Kalina cycle with water electrolyzer (PEME) integration

The pinch point temperature difference of the heat exchangers was assumed to be 10 K, the geothermal flow rate to be 10 kg/s, and the geothermal well side and flash tank pressures to be 900 and 530 kPa, respectively (Hai et al., 2024).

2.2. Analysis

The mass, energy and exergy balance relations (Dincer & Rosen, 2007) are given in Equations 1-3, hydrogen production (Salari & Hakkaki-Fard, 2022) in Equations 4-5 and economic analysis (Ebrahimi-Moghadam et al., 2021; Zhu et al., 2020) relations in Equations 6-10.

$$\sum \dot{m}_{in} = \sum \dot{m}_{out} \tag{1}$$

$$\dot{Q} - \dot{W} = \sum_{out} \dot{m}_e h_e - \sum_{in} \dot{m}_i h_i \tag{2}$$

$$\sum \dot{E}_{in} = \sum \dot{E}_{out} + \dot{E} x_d \tag{3}$$

$$\dot{W}_{PEME} = \dot{W}_{Kalina} = VxJ \tag{4}$$

$$\dot{n}_{h2} = \frac{\dot{W}_{PEME}}{2\upsilon F} \tag{5}$$

$$Ze_{total} = \sum_{i=1}^{n} Z_i \tag{6}$$

$$TIC = Ze_{total} + Z_{other\ cost} \tag{7}$$

$$AS = AI - Z_{OM} \quad (8)$$

$$DPP = \frac{ln\frac{AS}{AS - i * TIC}}{\ln(1+i)} \quad (9)$$

$$SPP = TIC/AS \quad (10)$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

In this geothermal-based study, the influence of design parameters on overall η_{ex}, SPP and DPP was investigated. Fig. 2. depicts the impact of the geothermal source temperature on the multi-generation system. As the source temperature increases at a constant flash tank pressure and geothermal flow rate, the enthalpy of the fluid entering the Kalina heat exchanger increases as the geothermal inlet enthalpy increases. As the heat exchanger load increases, the Kalina flow rate increases, the amount of power obtained from the Kalina turbine, and the amount of hydrogen produced increases accordingly. As the geothermal source temperature increased from 170 ^{o}C to 185 ^{o}C, overall exergy efficiency decreased by 7.53% and the simple and dynamic payback period increased by 17.37% and 27.18%, respectively.

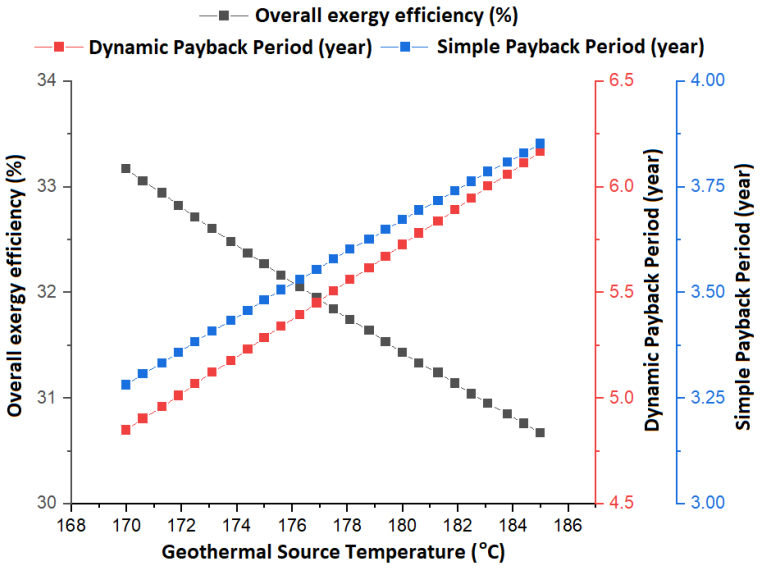


Fig. 2. Influence of the geothermal source temperature on overall η_{ex}, SPP and DPP

Fig. 3. shows the influence of the re-injection well temperature on the multi-generation system. Under constant geothermal input conditions, the power generated by the Kalina turbine remained constant as the Kalina cycle was not affected. The increase in the outlet temperature of the steam

turbine line caused an increase in the steam turbine pressure ratio. The power of the steam turbine decreased as the enthalpy at the turbine outlet increased. Although the exergy supplied by the system has decreased, the overall exergy efficiency has decreased due to the reduction in production quantities. Although the total investment cost has decreased, the payback period has increased from 1.854 years to 4.849 years.

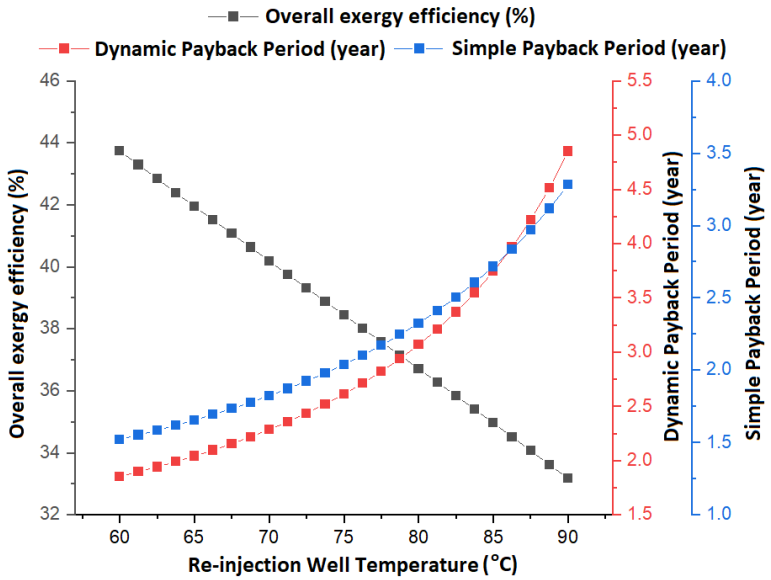


Fig. 3. Influence of the re-injection well temperature on overall η_{ex}, SPP and DPP

Fig. 4. shows the influence of the Kalina pump inlet temperature on the multi-generation system. The minimum pressure of the Kalina cycle increased as the pump inlet temperature increased. For constant Kalina turbine inlet conditions, the outlet enthalpy increased due to the increase in turbine outlet pressure, resulting in a decrease in turbine power and hydrogen produced. As the other production values remained constant, the decrease in hydrogen production caused a decrease in the exergy efficiency of the system. As the pump inlet temperature increased from 35 ^{o}C to 45 ^{o}C, the exergy efficiency decreased by 9.17%. Although the amount of savings decreased, a significant reduction in total investment cost led to a reduction in the payback period.

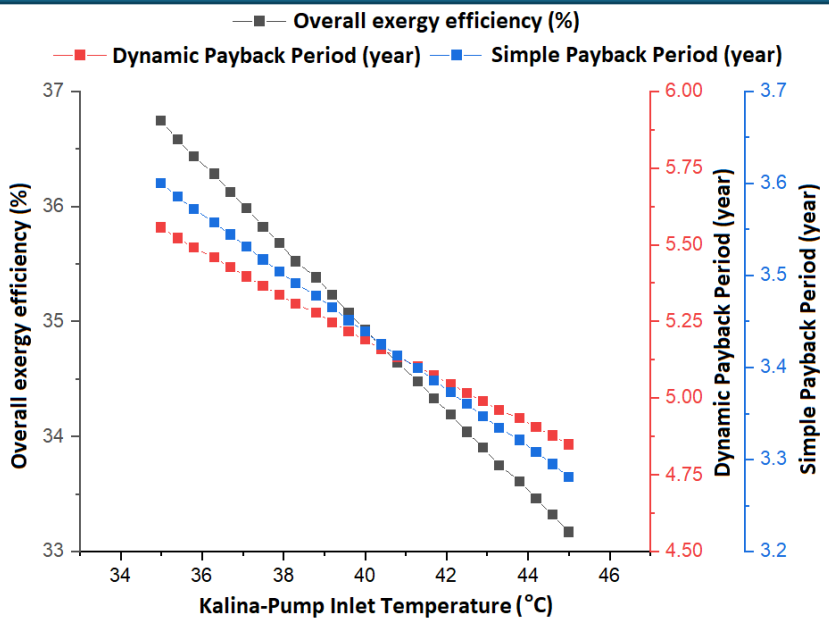


Fig. 4. Influence of the Kalina-pump inlet temperature on overall η_{ex}, SPP and DPP

Fig. 5. shows the influence of the turbine isentropic efficiency on the multi-generation system in the Kalina cycle. The increase in the Kalina isentropic efficiency leads to a decrease in the output enthalpy of the Kalina turbine at constant source flow rate, resulting in an increase in the enthalpy difference in the Kalina turbine. Accordingly, the power and hydrogen production of the Kalina turbine increases. However, the total cost increases more than the savings, resulting in a longer payback period for the system.

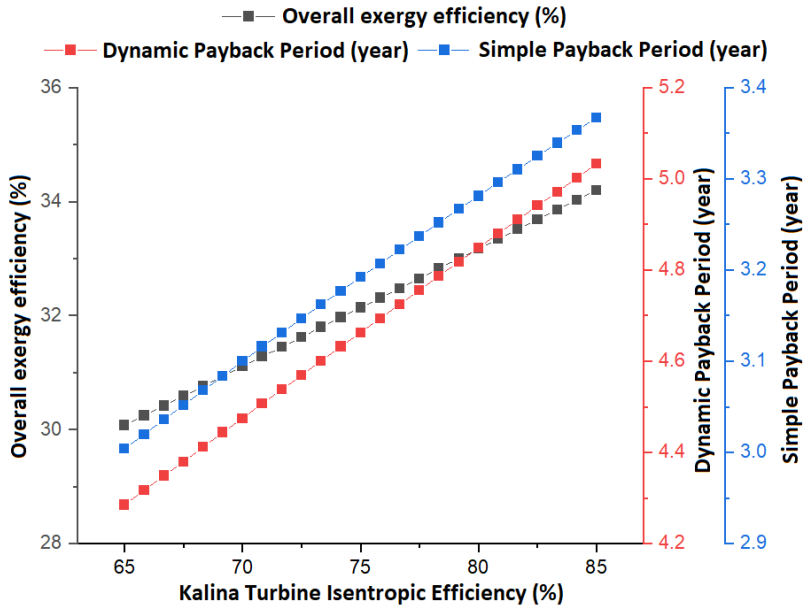


Fig. 5. Influence of the Kalina turbine isentropic efficiency on overall η_{ex}, SPP and DPP

Fig. 6. shows the influence of the steam turbine isentropic efficiency on the multi-generation system. As the isentropic efficiency of the steam turbine increases, the turbine output increases and, unlike the Kalina turbine analysed in Fig. 5, the SPP and DPP decrease because of the rising savings.

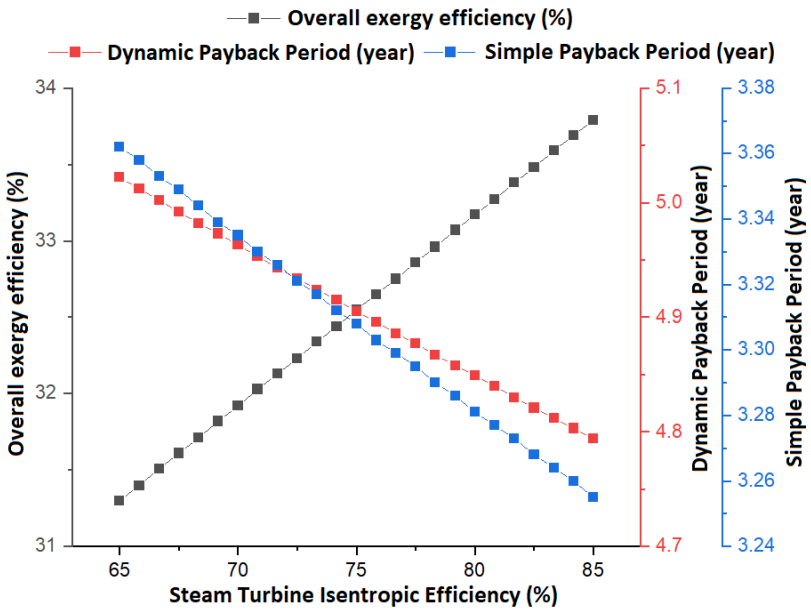


Fig. 6. Influence of the Steam turbine isentropic efficiency on overall η_{ex}, SPP and DPP

CONCLUSIONS

The main results of this study, in which the design parameters of the multi-production system consisting of geothermal flash cycle, Kalina, DWH unit and PEM electrolyzer were investigated, are given below.

- Hydrogen production increases by 32.83% as the source temperature increases from 170 ^{o}C to 185 ^{o}C. A decrease in exergy efficiency is observed due to the increase in exergy supplied to the system as the source temperature increases. As this increase in hydrogen production does not significantly increase the total savings of the system, the SPP and DPP has also risen with the increment in total investment costs.
- The power generated by the steam turbine decreased by 33.97% as the re-injection well temperature increased from 60 ^{o}C to 90 ^{o}C.
- Hydrogen production decreased with an increase of 10 ^{o}C at the pump inlet. Although the total savings decreased, the dynamic payback period decreased by 12.72%. This was due to a significant reduction in the total investment cost.

- Although the exergy efficiency increased by 13.69% with the increase of Kalina turbine isentropic efficiency from 65% to 85%, the DPP was extended from 4.285 years to 5.033 years due to the savings being less than the total cost.
- As the isentropic efficiency of the steam turbine increases from 65% to 85%, the exergy efficiency increases by 7.95% and the payback period decreases by 4.54% due to the increase in savings.

This study has shown the importance of comparing overall exergy efficiency and payback time in determining the thermodynamic and economic performance of multi-generation systems.

REFERENCES

Celik Toker, S., Kizilkan, O., & Nižetić, S. (2024). Development and modeling of power, hydrogen and freshwater production based on a novel double-flash geothermal power plant. Energy, 309.
Dincer, I., & Rosen, M. (2007). Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development. Amsterdam, Netherland: Elsevier.
Ebrahimi-Moghadam, A., Farzaneh-Gord, M., Jabari Moghadam, A., Abu-Hamdeh, N. H., Lasemi, M. A., Arabkoohsar, A., & Alimoradi, A. (2021). Design and multi-criteria optimisation of a trigeneration district energy system based on gas turbine, Kalina, and ejector cycles: Exergoeconomic and exergoenvironmental evaluation. Energy Conversion and Management, 227.
Hai, T., Chaturvedi, R., Almujibah, H., Marjan, R. K., Van Thuong, T., Soliman, N., El-Shafai, W., & Fouad, H. (2024). Integrating geothermal energy and desalination unit into a poly-generation configuration: Comprehensive study and optimization. Desalination, 586.
Kelem, U. R., & Yilmaz, F. (2024). An innovative geothermal based multigeneration plant: Thermodynamic and economic assessment for sustainable outputs with compressed hydrogen. Energy, 295.
Li, W., Li, S., M. Abed, A., Ayed, H., Khadimallah, M. A., Deifalla, A., & Lee, V. F. (2024). Enhancing green hydrogen production via improvement of an integrated double flash geothermal cycle; Multi-criteria optimization and exergo-environmental evaluation. Case Studies in Thermal Engineering, 59.
Prajapati, M., & Shah, M. (2024). Geothermal-solar hybrid systems for hydrogen production: A systematic review. International Journal of Hydrogen Energy, 67, 842–851.
Salari, A., & Hakkaki-Fard, A. (2022). Thermodynamic analysis of a photovoltaic thermal system coupled with an organic Rankine cycle and a proton exchange membrane electrolysis cell. International Journal of Hydrogen Energy, 47(41), 17894–17913.
Wang, X., Wang, T., khani, A., & Su, Z. (2025). Comprehensive study of a geothermal multi-generation system composed of absorption refrigeration, vapor compression refrigeration, and a fan coil unit to sustain sport facilities. Renewable Energy, 241.
Yilmaz, F. (2025). A comprehensive energy, exergy, economic, and environmental (4E) assessment of a geothermal-driven polygeneration plant with energy storage using compressed hydrogen. Journal of Energy Storage, 114.
Zhu, Y., Li, W., Li, J., Li, H., Wang, Y., & Li, S. (2020). Thermodynamic analysis and economic assessment of biomass-fired organic Rankine cycle combined heat and power system integrated with CO2 capture. Energy Conversion and Management, 204.
Zuo, Z., Saraswat, M., Mahariq, I., Nutakki, T. U. K., Albani, A., Seikh, A. H., & Lee, V. F. (2024). Multi-criteria thermoeconomic optimization of a geothermal energy-driven green hydrogen production plant coupled to an alkaline electrolyzer. Process Safety and Environmental Protection, 182, 154–165.

THE ROLE OF BIOMETRIC AUTHENTICATION AND IDENTIFICATION TECHNOLOGIES IN INFORMATION SECURITY: APPLICATIONS, RISKS AND PERSPECTIVES

SAMINA RUSTAMOVA
Department of Electornics and İnformation Technologies
Nakhchivan State University
Nakhchivan, Azerbaijan
ORCID: 0009-0002-7980-8960

Abstract

In the age of rapid digital transformation, biometric authentication and identification systems have emerged as pivotal technologies in the realm of information security. Unlike traditional methods such as passwords or PINs, biometrics rely on unique biological or behavioral characteristics—such as fingerprints, facial features, voice patterns, and retinal scans—to verify identity. This article investigates the role, application areas, benefits, and challenges of biometric systems within diverse domains, including government services, finance, healthcare, education, and mobile technologies. The study demonstrates how biometric systems enhance accuracy, efficiency, and real-time security while offering personalized and non-replicable access control. Successful real-world implementations—such as India's Aadhaar project, biometric airport systems in the U.S., and mobile devices using Face ID—are examined alongside critical vulnerabilities. These include privacy breaches, ethical dilemmas, and security risks stemming from deepfake technologies and the immutable nature of biometric data.

While biometric systems offer revolutionary potential, the article highlights the importance of responsible implementation. Issues such as algorithmic bias, lack of transparency, and inadequate legal safeguards must be addressed to prevent misuse and ensure equitable access. The study concludes with key recommendations: strong encryption, integration with multi-factor authentication, transparent user consent, algorithmic fairness, and robust legal oversight.

Ultimately, the article asserts that biometrics will play a central role in the future of cybersecurity—but their success depends as much on ethical and legal frameworks as on technological sophistication.

Keywords: Biometric authentication, identification systems, information security, privacy, multi-factor authentication, technological risks, legal regulation.

INTRODUCTION

In today's rapidly digitalizing world, information security has become one of the most significant global issues. Particularly, the protection of personal data, the prevention of unauthorized access

to systems, and the improvement of identification mechanisms have gained increasing importance against the backdrop of the continuous evolution of information technologies. In this context, biometric authentication and identification systems have emerged as key components of modern security approaches.

Biometric systems enable the identification of individuals based on their physical or behavioral characteristics. Access to user data through unique identifiers such as fingerprints, retina patterns, facial structure, voice tone, and similar features is considered more reliable and effective compared to traditional password-based systems.

The aim of this study is to scientifically investigate the role and impact of biometric authentication and identification systems in the field of information security, as well as to analyze their application areas and technological potential. Within the scope of the research, both the advantages and current limitations of these technologies, including ethical and legal risks, will be examined.

The article is structured as follows: the first section introduces the fundamental concepts of biometric authentication systems; the second section discusses their application areas and real-world examples; the third section analyzes the strengths and limitations of these technologies. In conclusion, the role of biometric systems in information security will be summarized, along with recommendations for their future use.

I. GENERAL CHARACTERISTICS OF BIOMETRIC AUTHENTICATION AND IDENTIFICATION SYSTEMS

Biometric authentication and identification systems are technological tools that determine or verify a person's identity based on their biological or behavioral characteristics. These technologies have become an essential component of modern information security systems because they rely on unique individual traits, making them less vulnerable than traditional methods such as passwords or PIN codes.

Although the terms authentication and identification are sometimes used interchangeably, they refer to technically distinct processes. Identification is the process by which a system determines who a user is (e.g., by searching a biometric database and checking for a match), whereas authentication is the confirmation that the data presented by the user matches their actual identity (e.g., confirming access through a fingerprint scan). Both processes operate in parallel and are interconnected in ensuring system security.

The most commonly used biometric authentication methods include:

• **Fingerprint recognition:** The most widespread and technically efficient method. A template of the user's fingerprint is stored in the system and compared with the one presented in real-time.

• **Retina and iris scanning:** While providing high accuracy and unique identification, these methods require expensive equipment and may present user comfort challenges.

• **Facial recognition systems:** Widely used, especially in mobile technologies. These systems have been further enhanced using deep learning and artificial intelligence models.

• **Voice recognition:** Based on the analysis of the user's tone and pronunciation characteristics. Commonly used in telephone banking and virtual assistant systems.

• **Palm vein scanning, gait recognition, signature analysis:** Less common but effective in certain specialized applications.

The primary advantage of biometric systems is that they are based on data that cannot be forgotten, lost, or easily stolen by the user. However, issues such as accuracy, speed, user comfort, and privacy play a crucial role in the design and implementation of these systems.

II. Application Areas of Biometric Systems in Information Security

Biometric authentication and identification systems offer numerous applications in the field of information security. Because these technologies rely on unique biological and behavioral traits of individuals, they provide greater accuracy and resilience compared to traditional security methods. Below are the key sectors where biometric technologies are used, along with the specific security needs that arise in each domain.

1. Government and Public Institutions

Government bodies are at the forefront of adopting biometric systems. These technologies are widely used to accurately identify citizens and ensure secure access to digital public services. Electronic identity cards, biometric passports, and border control systems are all equipped with biometric identification tools. For example:

- **Biometric passports** store users' fingerprint and facial recognition data in embedded chips. Real-time verification of this data at border checkpoints helps prevent illegal crossings.
- **Election systems** in some countries use fingerprint or iris recognition to identify voters and prevent fraudulent voting.
- **Criminal investigation systems** use biometric identification in law enforcement to recognize and track suspects effectively.

The primary information security risk in this domain is the illegal acquisition and misuse of citizens' biometric data. Therefore, governments must implement strict legal and technological safeguards to protect this data.

2. Banking and Financial Sector

As one of the sectors most in need of digital security, the financial industry makes extensive use of biometric authentication technologies. Biometric methods are employed in the following ways:

- **Mobile banking apps** allow users to log in, transfer money, and perform other operations using fingerprint or facial recognition, enhancing security.
- **ATMs with biometric authentication** – in some countries, ATMs use fingerprint or palm vein scanners, reducing risks associated with stolen or shared PIN codes.
- **Physical access control in financial services** – biometric systems control employee access to data centers, archive rooms, or server areas.

A major concern here is that biometric data, once compromised, cannot be changed – unlike a password. This makes **multi-factor authentication** highly recommended, combining biometrics with other security layers.

3. Healthcare System

In healthcare institutions, information security is not just a technical issue but also a legal and ethical one. Patient data is highly sensitive, and its disclosure to third parties can have serious legal consequences. Biometric systems are used in two main areas:

- **Patient identification** – to avoid mix-ups between patients with similar names, biometric tools like fingerprints or facial recognition ensure accurate access to medical histories.
- **Access control for medical personnel** – doctors and healthcare staff use biometric authentication to securely access medical databases, preventing unauthorized access and facilitating audit trails.

Extra care must be taken to protect biometric data in healthcare, as such data falls under the legal category of **"sensitive information"** and may potentially be exploited in future for genetic or biological profiling.

4. Education and Corporate Systems

In educational and corporate settings, information security spans from physical access control to managing access to internal resources. Biometrics are applied in the following ways:

- **Identity verification during exams** – helps prevent impersonation and fraudulent participation in academic assessments.
- **Employee attendance tracking** – systems use fingerprints or facial recognition to automatically record arrival and departure times.
- **Controlled access to corporate data** – biometric systems ensure that only authorized employees can access specific data, minimizing the risk of data leakage.

In these fields, biometric systems offer advantages both in terms of security and in automating operational processes.

5. Mobile Technologies and Smart Devices

Mobile technology is one of the fastest-evolving domains, and biometric authentication has become an integral part of everyday life. Nearly all new-generation smartphones incorporate the following biometric methods:

- **Face ID** – 3D facial recognition used by Apple and other manufacturers.
- **Fingerprint scanners** – widely used in Android devices and some tablets.
- **Voice recognition** – used for identification during interactions with virtual assistants like Siri and Google Assistant.

These methods ensure secure device unlocking and support secure digital payments (e.g., Apple Pay, Google Pay). However, a key concern is the **collection and sharing of biometric data without the user's knowledge**. Therefore, **transparent data policies and informed user consent** must be considered fundamental principles in mobile applications.

III. ADVANTAGES AND LIMITATIONS OF BIOMETRIC TECHNOLOGIES

Biometric authentication and identification technologies are considered a revolutionary turning point in the field of information security. Unlike traditional authentication methods (such as passwords or PIN codes), these systems are based on an individual's unique biological or behavioral characteristics, providing a more personalized and tamper-resistant layer of security. However, while these technologies offer numerous advantages, they also come with certain technical, ethical, and legal limitations.

Advantages

1. **High Level of Security**

   Since biometric data is unique and non-replicable, the risk of breaches is significantly lower. Unlike passwords, they cannot be forgotten or easily stolen, making them particularly effective in protecting sensitive information.

2. **Convenience and User Comfort**

   Biometric authentication offers speed and ease of use, eliminating the need for users to remember or frequently change passwords. Access can be granted within seconds using a fingerprint or facial scan.

3. **Non-replicable Nature**

   As biometric data is unique to each individual, it cannot be mimicked by another person. This helps prevent fraud attempts such as spoofing.

4. **Real-Time Identification**

   Biometric systems can recognize and verify a user's identity in real time, allowing for dynamic and immediate implementation of security protocols.

5. **Centralized Monitoring and Control**

   Especially in large organizations, biometric systems serve as effective tools for monitoring user access and tracking movements, ensuring better control over physical and digital entry points.

Limitations and Challenges

1. **Privacy and Ethical Risks**

   Biometric data is inherently linked to personal life, and the unauthorized collection, storage, or sharing of such data can be considered a violation of privacy rights. For instance, facial recognition systems tracking individuals without their knowledge raise serious ethical concerns.

2. **Data Breaches and Security Vulnerabilities**

   If biometric databases are compromised, the data cannot be changed. Once a fingerprint or retina scan is stolen, that identifier remains vulnerable for life—posing more severe consequences than traditional password leaks.

3. **Technical Issues and Errors**

   Biometric systems are subject to false acceptance rates (FAR) and false rejection rates (FRR), meaning they can mistakenly grant access to unauthorized users or deny access to legitimate ones. These inaccuracies may negatively impact the user experience.

4. **Hardware and Infrastructure Costs**

   Setting up and maintaining biometric authentication systems requires substantial financial investment, which can be a significant burden for small and medium-sized enterprises.

5. **Physical Changes and Compatibility Issues**

   Changes to body parts used for authentication—such as injuries to fingers, aging, or illness—may prevent systems from recognizing the user. Moreover, some biometric methods may not be suitable for individuals with certain physical limitations.

While biometric technologies offer revolutionary potential in information security, their implementation requires a balanced and responsible approach. The establishment of robust technical and legal frameworks, protection of privacy rights, and integration with multi-factor authentication methods can ensure more effective and trustworthy use of these technologies.

IV. THE IMPACT OF BIOMETRIC SYSTEMS ON INFORMATION SECURITY – REAL CASES AND RISKS

The role of biometric authentication systems in information security goes beyond theoretical advantages. These technologies have been applied in real-world scenarios—sometimes successfully enhancing security, and other times drawing attention to certain risks. This section analyzes the practical impact of biometric systems, the actual threats encountered during their use, and approaches to managing those risks.

Real-World Examples and Successful Implementations

1. **India – Aadhaar Project**

   India's Aadhaar project, considered the world's largest biometric database, has collected fingerprint, iris, and facial recognition data from 1.3 billion citizens to assign unique identifiers. While this system has enabled more transparent and secure access to public services, it has also faced allegations of data leaks over time.

2. **USA – Airport Security Systems (TSA)**

   In U.S. airports, biometric identification systems are used to facilitate fast and secure passenger verification. These systems enhance security and efficiently manage passenger

flow. Programs like “CLEAR” and “Global Entry” have widely adopted biometric-based identification.

3. **Face ID and Fingerprint ID in Apple and Samsung Devices**

   These technologies have proven the effectiveness of biometric authentication in securing mobile payments, accessing personal data, and ensuring mobile banking security. Millions of users rely on these systems daily for personal protection.

Real Risks and Challenges

1. **Biometric Data Breaches and Irreversibility**

   In 2019, over 1 million fingerprint and facial recognition records were leaked online from the biometric security platform Biostar 2. This incident demonstrated that biometric data, like any digital information, is susceptible to attacks—but unlike passwords, biometric data cannot be changed. Once compromised, the user’s security in all future systems may be permanently endangered.

2. **Vulnerability to AI and Deepfake Technologies**

   Facial recognition systems have at times been tricked using 3D masks or video simulations. In some cases, even a high-resolution photograph was enough to unlock a device. This illustrates that biometric authentication is not 100% foolproof.

3. **Privacy and Legal Issues**

   Under the European Union’s General Data Protection Regulation (GDPR), biometric data is classified as a “special category of personal data” and can only be collected with explicit user consent and a legal basis. However, some companies and government agencies have been fined for non-compliance while using biometric technologies.

4. **Ethical Concerns and Discrimination Risk**

   Facial recognition algorithms sometimes show lower accuracy for certain ethnic groups. This technical flaw can result in unequal treatment and even discrimination, making it crucial for algorithms to be designed in a fair and unbiased manner.

Risk Mitigation and Recommendations

- **Use of Encryption Technologies** – Biometric data should be stored in encrypted formats, not in raw form.
- **Multi-Factor Authentication Approach** – Biometric authentication should be combined with other methods (e.g., fingerprint + password).

- **Privacy Policies and User Consent** – Transparent communication and informed consent must be obtained before collecting biometric data.
- **Regular Security Testing and Audits** – Biometric systems should undergo continuous testing and improvement from a security standpoint.

Conclusion

Biometric authentication and identification systems have emerged as some of the most effective technologies of the modern era for ensuring information security. By leveraging individuals' biological and behavioral characteristics, these systems create personalized security and offer more resilient, user-friendly, and adaptive solutions compared to traditional authentication methods.

Research indicates that biometric systems have broad application potential across various sectors—from government administration to finance, healthcare, education, and everyday technology use. While their successful implementation in real-world scenarios has strengthened information security, it has also revealed certain technical and legal risks. In particular, the immutable nature of biometric data can lead to long-term security vulnerabilities in the event of a data breach. Additionally, ensuring the protection of privacy rights, adherence to ethical standards, and minimizing the risk of discrimination are essential for the sustainable deployment of these technologies.

Based on the findings of this study, the following recommendations are proposed:

- Strong encryption and adherence to high-level security standards must be ensured when storing and processing biometric data.
- Biometric authentication should be implemented alongside other methods (such as passwords or physical tokens) to establish a multi-factor security approach.
- Users must be fully informed and provide explicit consent before the implementation of biometric systems.
- Algorithms used in these systems should be designed to be fair and inclusive, taking into account ethnic, physical, and social differences.
- Legal frameworks and oversight mechanisms should be strengthened, with monitoring aligned to international standards.

In conclusion, biometric authentication and identification systems are set to play a central role in the future of information security. However, their effectiveness will be determined not only by

their technical strength but also by the ethical, legal, and social responsibility with which they are deployed.

References:

1. Lee J., Kim J., Lee J. Biometric Authentication for Mobile Healthcare Applications. // *Journal of Healthcare Informatics Research*. – 2020. – No. 26(1). – P. 3–11.
2. Nguyen P., Nguyen T., Nguyen T., Nguyen T., Hoa T. Biometric Authentication for Telemedicine Systems: A Review. // *Journal of Medical Systems*. – 2020. – No. 44(8). – P. 1–13.
3. Sankar S. S., Bhat **S.** Biometric Authentication in Healthcare: Opportunities, Challenges, and Future Directions. // *International Journal of Medical Informatics*. – 2021. – No. 148. – P. 104–136.
4. Chaudhary S., Kaur P. Biometric Authentication for E-Healthcare Applications: A Review. // *Future Generation Computer Systems*. – 2020. – No. 105. – P. 320–339.
5. Pramanik R., Sarkar **N.** A Review of Biometric Authentication in Healthcare. // *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. – 2021. – No. 12(9). – P. 9767–9783.

YOLCU KOLTUKLARI İÇİN ECE R14 REGÜLASYONUNA UYGUNLUK VE SONLU ELEMAN ANALİZİ YAKLAŞIMI

Sercan CAN
Mustafa Kemal University, Institute of Engineering, Department of Mechanical,
31000 Antakya, Hatay
Veli ÖZTÜRK
Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical,
16000 Nilüfer, Bursa
Oğuz YÖRÜK
Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering,
43000 Merkez, Kütahya

ÖZET

Araçlar için yolcu güvenliği, araç üreticilerinin öncelikli olarak dikkate alması gereken temel unsurlar arasında yer almaktadır. Özellikle şehir içi ve şehirler arası yolcu taşımacılığında kullanılan otobüslerin, yasal gereklilikleri karşılaması ve uluslararası homologasyon şartlarına uygunluğu büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda, ECE R14 regülasyonuna uygun yolcu koltuğu tasarımı yapılması ve ilgili regülasyonun öngördüğü fiziki test koşullarının sağlanması zorunludur.

Bu çalışmada, Coach grubu M3 kategori araç için geliştirilen iki kişilik yolcu koltuğu üzerinde ECE R14 testlerinin sonlu elemanlar analizi (FEA) yöntemiyle gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Yapılacak analizler sonucunda, fiziki test verileriyle karşılaştırmalar yapılarak uygun ayak bağlantı tasarım kriterleri belirlenecektir.

Çalışma süresince, R14 test parametreleri dikkate alınarak bir emniyet kemeri çekme düzeneği tasarlanacaktır. Hyperworks yazılımı kullanılarak koltuk, emniyet kemeri bağlantı noktasından bu düzenek aracılığıyla çekilecektir. Simülasyonlar sonucunda koltuk üzerinde oluşan Von Mises gerilme değerleri ile yer değiştirme (displacement) değerleri incelenecektir. Ayrıca ayak bağlantı noktalarında meydana gelen deformasyonlar analiz edilerek tasarım revizyonları yapılacak, yeni tasarıma yönelik analizler tekrarlanacaktır. Nihai hedef, fiziki testlerde öngörülen şartlara uygunluğu sağlayan bir tasarımın elde edilmesidir.

Çalışma, mevcut iki kişilik yolcu koltuğu tasarımının Hypermesh modülünde mesh yapısının oluşturulmasıyla başlayacaktır. Önceki R14 test sonuçları referans alınarak, koltuk üzerindeki montaj alt bileşenlerinin kuvvet aktarım yolları belirlenecektir. Mesh yapısı, bileşenlerin kritikliğine bağlı olarak kaba veya ince ağ parametreleri kullanılarak oluşturulacaktır.

Altair Radioss yazılımında, üretim yöntemleri göz önünde bulundurularak koltuk bileşenleri arasında kaynak noktaları ve bağlantı tanımlamaları yapılacaktır. R14 regülasyonunda belirtilen açı ve kuvvet değerleri doğrultusunda, emniyet kemeri çekme düzeneği ile koltuk üzerinde çekme simülasyonu gerçekleştirilecektir. Elde edilen analiz sonuçlarına dayanarak, ayak bağlantı bölgelerinde oluşan deformasyon, gerilme ve yer değiştirme değerleri değerlendirilecek; ayak tasarımının doğrulama süreci tamamlanacaktır.

Son aşamada, geliştirilen koltuk tasarımı fiziki ECE R14 testleriyle doğrulanarak nihai uygunluk sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: R14 Regülasyonu – Koltuk Çekme Testi – Statik Analiz

COMPLIANCE OF PASSENGER SEATS WITH ECE R14 REGULATION AND FINITE ELEMENT ANALYSIS APPROACH

ABSTRACT

Passenger safety is one of the primary aspects that vehicle manufacturers must prioritize. Particularly in urban and intercity passenger transportation, buses must meet legal obligations and comply with international homologation standards. In this regard, it is essential to design passenger seats in accordance with the ECE R14 regulation and ensure that the physical testing conditions prescribed by the regulation are fulfilled.

This study aims to conduct ECE R14 tests on a two-passenger seat designed for a Coach group M3 category vehicle by applying the Finite Element Analysis (FEA) method. Based on the analysis results, comparisons will be made with physical test data to determine appropriate design criteria for the leg attachment zones.

Throughout the study, a seatbelt pull test rig will be designed in accordance with R14 test parameters. The seat will be subjected to pull loading from the seatbelt anchorage point using this fixture, simulated via HyperWorks software. The Von Mises stress and displacement values that develop on the seat structure will be evaluated. Additionally, deformation occurring at the leg mounting points will be analyzed, and design revisions will be made accordingly. The simulations will be repeated for the updated design. The final objective is to obtain a design that fully meets the requirements of physical ECE R14 testing.

The study will begin by creating the mesh model of the current two-passenger seat using the HyperMesh module. Force transmission paths of subcomponents will be defined based on previous

R14 test outcomes. The mesh structure will be generated using coarse or fine mesh parameters, depending on the criticality of the components.

In Altair Radioss, welding points and connection definitions between components will be modeled, taking into account actual manufacturing techniques. Pull force simulations will be conducted based on the angle and force values specified in the ECE R14 regulation. From the analysis results, stress, deformation, and displacement data at the leg connection areas will be evaluated to validate the leg design.

In the final phase, the revised seat structure will undergo physical ECE R14 tests to ensure complete regulatory compliance.

Keywords: R14 Regulation – Seat Pull Test – Static Analysis

BİR MODEL PROBLEM ÜZERİNE SUBDOMAİN SONLU ELEMAN METODUNUN UYGULANMASI

Ali Sercan KARAKAŞ
Inonu University, Mathematics Department, Malatya
ORCID: 0000-0001-8622-1127
Nuri Murat YAĞMURLU
Inonu University, Mathematics Department, Malatya
ORCID: 0000-0003-1593-0254

ÖZET

Bu çalışmanın oluşturulmasındaki ana fikir, seçilen bir prototip model problem üzerinde Subdomain yönteminin temel uygulama adımlarının verilmesi ve detaylı işlem prosedürlerinin anlatılmasıdır. İlk olarak model problem, homojen sınır şartları ile birlikte analitik çözümü olan bir adi diferansiyel denklem olarak ele alınmıştır. Tam çözümü olan bir problem seçme sebebi, yöntemde uygulanacak olan nümerik çözümün sonuçlarının karşılaştırılabilmesi ve alan yazında varsa önceki çalışmalarla kıyaslama imkânı vermesidir. İkinci olarak Çözüm bölgesi sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak çözümü tüm bölge üzerinden bulmak yerine eşit uzunluklu alt aralıklara bölerek tipik bir eleman üzerinden denklemlerin oluşturulması, genel çözüme ulaşmak için bu tipik elemanların birleştirilmesi prensibi uygulanacaktır. Problem ile verilen homojen sınır şartlarının elde edilen şemada uygulanmasıyla çözülebilir bir cebirsel denklem sistemi elde edilecektir. Herhangi bir konum yönündeki istenilen bölüntü sayısında hata normlarının hesaplanabilmesi için uygun bir bilgisayar programlama dili yardımıyla elde edilen yeni sayısal şemanın işlem kodu yazılacaktır. Bu kod simüle edilerek sonuçlar tablolar ve grafikler halinde çalışma içerisinde sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kübik Hermite baz fonksiyonları, Subdomain Method, Sonlu Elemanlar Metodu

APPLICATION OF SUBDOMAIN FINITE ELEMENT METHOD BASED ON A MODEL PROBLEM

ABSTRACT

The main idea behind the preparation of this paper is to give the fundamental steps of the application of the Subdomain method on a selected prototype model problem and to describe the detailed operation procedures. First, the model problem is considered as an ordinary differential equation with homogeneous boundary conditions and has got an analytical solution. The reason for choosing a problem with an exact solution is to be able to compare the results of the numerical solution to be applied in the method and to compare with previous studies in the literature.

Secondly, by using the finite element method, instead of finding the solution over the whole region, the principle of forming equations over a typical element by dividing it into subintervals of equal length and combining these typical elements to reach the general solution is going to be applied. By applying the homogeneous boundary conditions given together with the problem to the resulting scheme, a solvable system of algebraic equations will be obtained. In order to calculate the error norms for the desired number of partitions in any location direction, an appropriate computer programming language will be used to write the code of the newly obtained numerical scheme. This code will be simulated and the results will be presented in tables and graphs in the study.

Keywords: Cubic Hermite basis functions, Subdomain Method, Finite Element Method.

LITERATURE

In the present paper, a brief survey of the Hermite basis functions used in the approximation method that have been addressed in the literature with those basis functions will be presented. First of all, an article for the singularity of cubic Hermite B-spline basis functions is written by Amat et al. (2023). Then, a non-linear problem based on cubic Hermite B-spline basis functions with a robust hybrid method is solved by Ayebire et al. (2024). In their work, Ayebire et al. have studied whether the newly presented scheme is stable or not by means of both of the error norms L_2 and L_∞. Ganaie and Kukreja have dealth with the numerical solutions of the Burgers equation on a test problem with the collocation FEM based on cubic Hermite basis functions (Ganaie, Kukreja, 2014). They have also shown that their scheme is unconditionally stable in temporal direction. Kumar (Kumar, 2024) has presented an application of cubic Hermite collocation technique on a differential equation. The author has presented the numerical results in tabular and graphical forms. An approximation analysis of the one dimensional heat conduction equation by means of cubic Hermite basis functions is investigated by (Kutluay, Yağmurlu & Karakaş, 2022).

PROTOTYPE PROBLEM AND IMPLEMENTATION OF SUBDOMAIN FINITE ELEMENT METHOD

In this study, the application of the method is going to be presented in a clear and understandable way on prototype model problem. For the application of the method, the following prototype equation is going to be considered

$$\frac{d^2U}{dx^2} + U - x^2 = 0$$

with the following homogenous Dirichlet boundary conditions.

$$U(0) = 0, \qquad U(1) = 0.$$

The analytical solution of this boundary value problem is given as follows

$$U(x) = 2cosx + \frac{1 - 2cos1}{sin1} sinx + x^2 - 2.$$

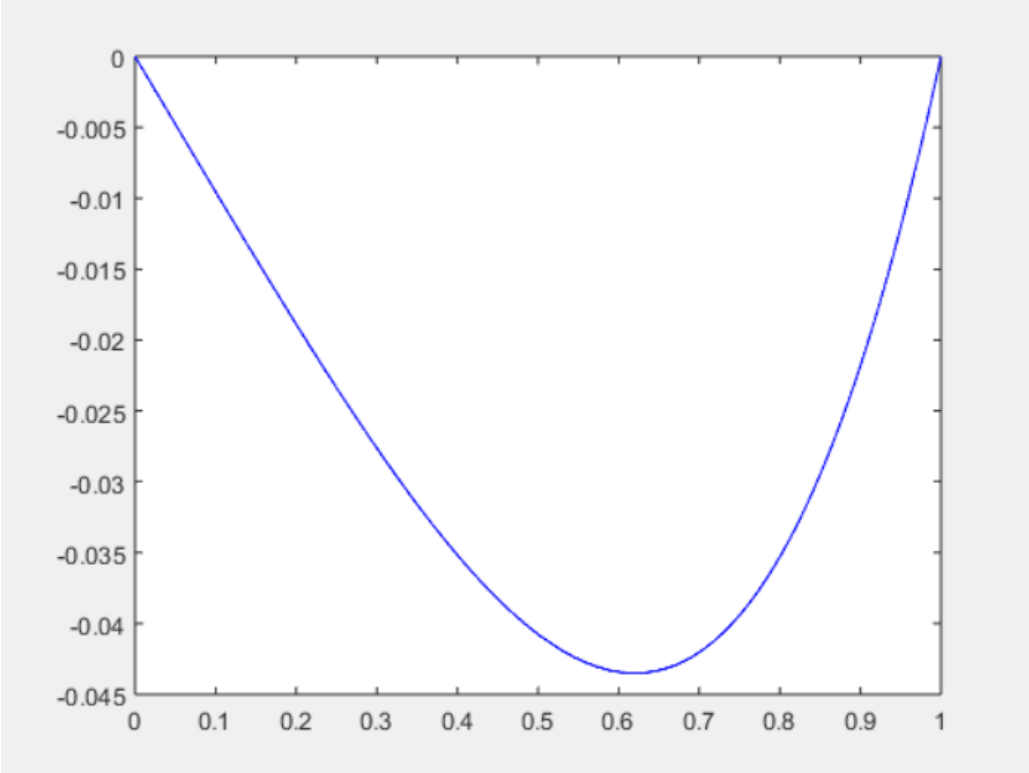


Figure 1. Analytical solution of this boundary value problem on the solution domain

Here, the first weighted residual form of the model problem is obtained in the following form:

$$\int_0^1 \left[\frac{d^2U}{dx^2} + U - x^2\right] w_j dx = 0$$

If the load on the dependent variable u is shared between the weight function w_j and the approximation function H_j whereby using partial integration

$$\int_0^1 \left[-\frac{dU}{dx}\frac{dw}{dx} + Uw_j - x^2 w_j\right] dx + \left|w_j \frac{dU}{dx}\right|_0^1 = 0$$

is obtained. If the weight function is selected as $w_j = 1$ according to the subdomain method and the expression is revised accordingly, one obtains the following equality

$$\left|\frac{dU}{dx}\right|_0^1 + \int_0^1 U\,dx = \int_0^1 x^2 dx.$$

For the solution process to find the numerical values, the numerical approximation based on cubic Hermite basis functions for j=1(1)4 is given in the following form

$$U_M(x) = \sum_{j=1}^{4} a_{j+2k-2} H_j$$

In a more explicit way, the approximation itself, its first and second order derivatives are given as

$$U_M(x) = a_{2k-1}H_1 + a_{2k}H_2 + a_{2k+1}H_3 + a_{2k+2}H_4$$

$$hU_M{}'(x) = a_{2k-1}A_1 + a_{2k}A_2 + a_{2k+1}A_3 + a_{2k+2}A_4$$

$$h^2U_M{}''(x) = a_{2k-1}B_1 + a_{2k}B_2 + a_{2k+1}B_3 + a_{2k+2}B_4$$

The Cubic Hermite basis functions for Global Coordinate on solution domain [0,1]

$H_1 = 2x^3 - 3x^2 + 1$	$H_2 = x^3 - 2x^2 + x$
$H_3 = -2x^3 + 3x^2$	$H_4 = x^3 - x^2$

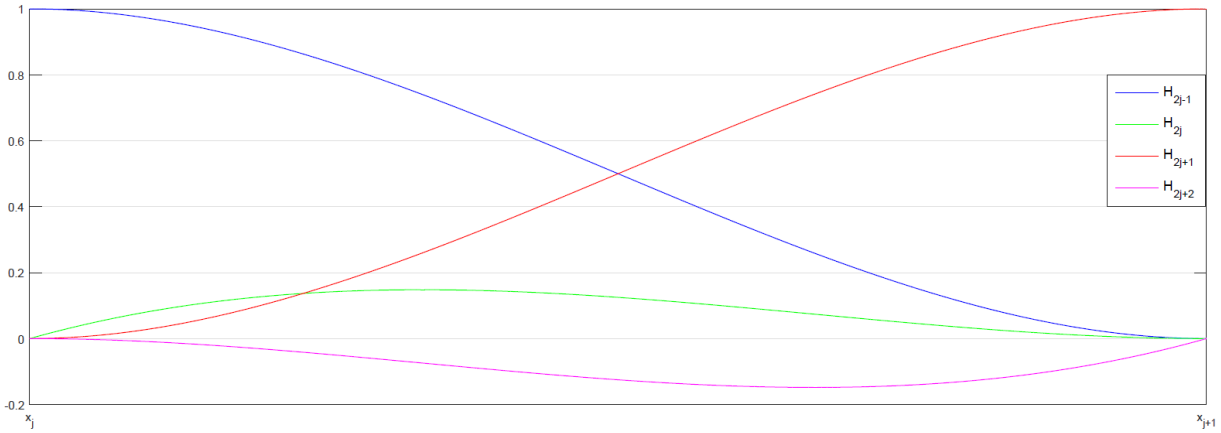


Figure 2. The illustration of four cubic Hermite functions on a typical element.

For more detailed information on cubic Hermite basis functions, the following references should be reviewed (Kutluay et al., 2022). When the above approximation functions themselves and their derivatives are used in place of their exact ones, the following system of algebraic system

$$|(a_{2k-1}A_1 + a_{2k}A_2 + a_{2k+1}A_3 + a_{2k+2}A_4)/h|_0^1 +$$

$$\int_0^1 (a_{2k-1}H_1 + a_{2k}H_2 + a_{2k+1}H_3 + a_{2k+2}H_4)\,dx = \int_0^1 x^2 dx$$

is obtained.

After performing necessary mathematical operations, a solvable algebraic equation system is obtained using the boundary conditions given together with the problem. Thus, the problem of solving a differential equation is reduced to the problem of solving a system of algebraic equations. The computer code of this algebraic equation system obtained is written with the help of the symbolic programming language Matlab. The code is simulated and run with this written program. The results are obtained for certain values of M and tabulated. The results obtained by running the program for certain values of M are presented in the following table.

Table 1. The error values for the current approximate solutions U for various values of M.

M	L_2	L_∞
4	6.8672e-07	9.4663e-07
8	4.3095e-08	5.9316e-08
16	2.6954e-09	3.7096e-09
32	1.6849e-10	2.3231e-10
64	1.0531e-11	1.4522e-11
128	6.5809e-13	9.0770e-13
256	6.5789e-14	9.1462e-14
512	1.3443e-13	1.8979e-13

When Table 1 is examined, it is seen that as the number of partition number M increases, both of the error norms L_2 and L_∞ generally decrease, but after a certain number of partitions, this improvement cannot be clearly observed due to rounding errors in the computer. In fact, if one examines Table 1, it is seen that the error norm values decrease up to the partition number of M=256. But when the partition number is increased, it is seen that the error norm values increase.

CONCLUSIONS

When the results obtained by simulating the program are examined, it is seen that the subdomain method and the cubic Hermite basis functions used can be easily applied in many engineering and applied sciences. This method is planned to be applied to many nonlinear, partial and fractional order differential equations using various order bases in our ongoing and future studies.

REFERENCES

Amat S., Li Z., Alvarez J.R., Solano C., Trillo J.C. (2023) Adapting Cubic Hermite Splines to the Presence of Singularities Through Correction Terms, Journal of Scientific Computing, https://doi.org/10.1007/s10915-023-02191-9

Ayebire A.M., Kaur I., Alemar D.A., Manshahia M.S., Arora S., (2024) A robust technique of cubic Hermite splines to study the non-linear reaction-diffusion equation with variable coefficients, AIMS Mathematics, 9(4) 8192–8213.

Ganaie I.A., Kukreja V.K. (2014). Numerical solution of Burgers' equation by cubic Hermite collocation method, Applied Mathematics and Computation 237 571–581. http://dx.doi.org/10.1016/j.amc.2014.03.102

Kumar H. (2024) Numerical Study of Differential Equations Via Cubic Hermite Collocation Technique, NATURALISTA CAMPANO, 28(1)

Kutluay S., Yağmurlu N.M., Karakaş A.S. (2022) An Effective Numerical Approach Based on Cubic Hermite B-spline Collocation Method for Solving the 1D Heat Conduction Equation, 10(4), 20-31. http://dx.doi.org/10.20852/ntmsci.2022.485

KUİNTİK HERMİTE SUBDOMAİN METODU İLE BİR PROTOTİP PROBLEMİN NÜMERİK ARAŞTIRMASI

Ali Sercan KARAKAŞ
Inonu University, Mathematics Department, Malatya
ORCID: 0000-0001-8622-1127
Nuri Murat YAĞMURLU
Inonu University, Mathematics Department, Malatya
ORCID: 0000-0003-1593-0254

ÖZET

Bu çalışma içerisinde, yöntemlerin anlaşılmasında ve anlatılmasında yaygın olarak kullanılan temel bir prototip bir problem üzerinde seçilen yöntem ve kullanılan baz fonksiyonlarının uygulanması verilecektir. Ele alınan prototip problemin tam çözümü mevcuttur ve Dirichlet tipi sınır şartları ile birlikte incelenecektir. Nümerik yaklaşımda kuintik Hermite baz fonksiyonlar kullanılacaktır. Ağırlıklı kalan ifadesi elde edilerek çözüm bölgesi üzerinde sonlu eleman yöntemleri kullanılarak ele alınan prototip problemin nümerik şeması inşa edilecektir. Ağırlıklı kalan ifadesinde ağırlık fonksiyonu bir seçilerek subdomain yöntemi kullanılacak, yaklaşım fonksiyonu olarak ise kuintik Hermite baz fonksiyonları seçilecektir. Çözüm bölgesi ilk olarak dörde bölünerek çıkarılan şemada problem ile birlikte verilen sınır şartlarının uygulanmasıyla çözülebilir bir cebirsel denklem sistemi elde edilecek ve sembolik programlama dillerinden biri olan MATLAB programı kullanılarak bu şemanın pseudo code yazılarak istenilen herhangi bir bölüntü sayısı için veriler alınabilecektir. Kod simüle edilerek L_2 ve L_∞ hata normları hesaplanarak tablolar ve grafikler halinde çalışmanın sonuç bölümünde sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Prototip Problem, Kuintik Hermite Subdomain Metod.

NUMERICAL INVESTIGATION OF A PROTOTYPE PROBLEM VIA QUINTIC HERMITE SUBDOMAIN METHOD

ABSTRACT

In the present paper, the application of the chosen method and the used basis functions a prototypical problem, which is commonly used to understand and explain the methods, will be presented. The prototype problem has an exact solution and will be analyzed with Dirichlet type boundary conditions. Quintic Hermite basis functions will be used in the numerical approach. The weighted residual expression will be obtained and a numerical scheme of the prototype problem will be constructed using finite element methods over the solution region. In the weighted residual expression, the subdomain method will be used by choosing the weight function one, and quintic Hermite basis functions will be chosen as the approximation function. The solution region will first

be divided into four and a solvable system of algebraic equations will be obtained by applying the boundary conditions given with the problem in the resulting scheme, and data can be obtained for any desired number of divisions by writing a pseudo code of this scheme using symbolic programming language MATLAB, one of the symbolic programming languages. The code will be simulated and the error norms L_2 and L_∞ will be calculated and presented in tables and graphs in the conclusion section of the study.

Keywords: Prototype Problem, Quintic Hermite Subdomain Method (QHSM).

LITERATURE

A short literature survey about the presented method and the bases used in this method is going to be given in this part. The numerical solutions of the Burgers equation on a problem using the FEM collocation method based on cubic Hermite base functions are presented (Ganaie & Kukreja, 2014). The application of the cubic Hermite collocation finite element method on the equation is presented (Ganaie et al., 2015). 1-Dimensional heat conduction problem has been handled by quintic Hermite B-spline collocation method (Kutluay et al., 2024). The application of the trigonometric cubic basis splines for the equal-width wave equation is presented (Yağmurlu & Karakaş, 2020). A numerical investigation on the 1D heat conduction problem using cubic Hermite bases functions is presented by (Kutluay et al., 2022). A novel perspective for simulations of the Modified Equal-Width Wave equation by cubic Hermite B-spline collocation method is handled (Kutluay et al., 2024). The approximate solution of the generalized regularized long-wave equation with optimal spline collocation technique and implicit Crank– Nicolson as well as explicit SSP-RK43 scheme is found out (Shallu & Kukreja, 2023). A numerical study of generalized regularized long wave equation via septic Hermite collocation method with Crank–Nicolson and SSP-RK43 schemes to capture the various solitons is put forward (Kumari & Kukreja, 2023). The last but not the least, an application of cubic Hermite collocation technique in 2024 has been presented (Kumar, 2024).

PROTOTYPE PROBLEM AND SUBDOMAIN FINITE ELEMENT METHOD

In the present study, the subdomain finite element method is going to be applied to a prototype model problem. The main aim of this approach is to present the method in a clear and understandable way on a simple prototype problem in order to allow the readers to be able to understand the method better. For the application of the method, the following prototype equation is going to be taken into consideration

$$\frac{d^2u}{dx^2} + u - x^2 = 0$$

having the following homogenous boundary conditions

$$u(0) = u(1) = 0.$$

The analytical solution of this Boundary Value Problem (BVP) is found as follows

$$u(x) = 2cosx + \frac{1 - 2cos1}{sin1} sinx + x^2 - 2.$$

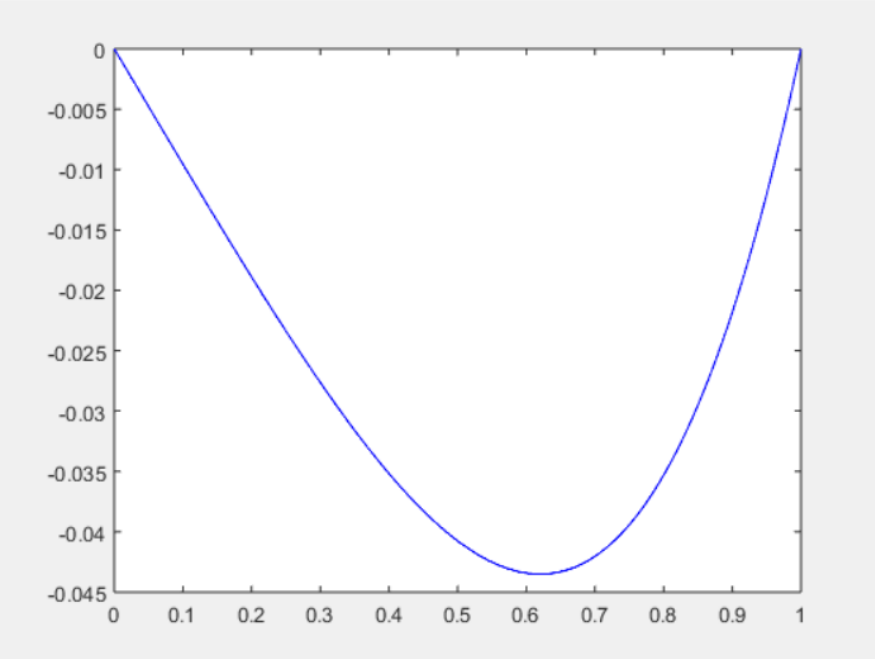


Figure 1. Analytical solution of this boundary value problem on solution domain

Here, the first of all, weighted residual form of the model problem is obtained in the following form:

$$\int_0^1 \left[\frac{d^2u}{dx^2} + u - x^2\right] w_j dx = 0$$

If the load on the dependent variable u is shared between the weight function w_j and the approximation function H_j using partial integration

$$\int_0^1 \left[-\frac{du}{dx}\frac{dw}{dx} + uw_j - x^2 w_j\right] dx + \left|w_j \frac{du}{dx}\right|_0^1 = 0$$

is obtained. If the weight function is selected as $w_j = 1$ according to the subdomain method and the expression is revised, one obtains

$$\left|\frac{du}{dx}\right|_0^1 + \int_0^1 u\,dx = \int_0^1 x^2 dx.$$

For the solution process to find the numerical values, the numerical approximation based on quintic Hermite basis functions for j=1(1)6 is given in the following form

$$u_M(x) = \sum_{j=1}^{6} a_{j+4k-4} H_j$$

The Quintic Hermite basis functions in Global Coordinate System on the solution domain [0,1]	
$H_1 = 1 - 10x^3 + 15x^4 - 6x^5$	$H_2 = x - 6x^3 + 8x^4 - 3x^5$
$H_3 = 0.5x^2 - 1.5x^3 + 1.5x^4 - 0.5x^5$	$H_4 = -0.5x^3 - x^4 - 0.5x^5$
$H_5 = 10x^3 - 15x^4 + 6x^5$	$H_6 = -4x^3 + 7x^4 - 3x^5$

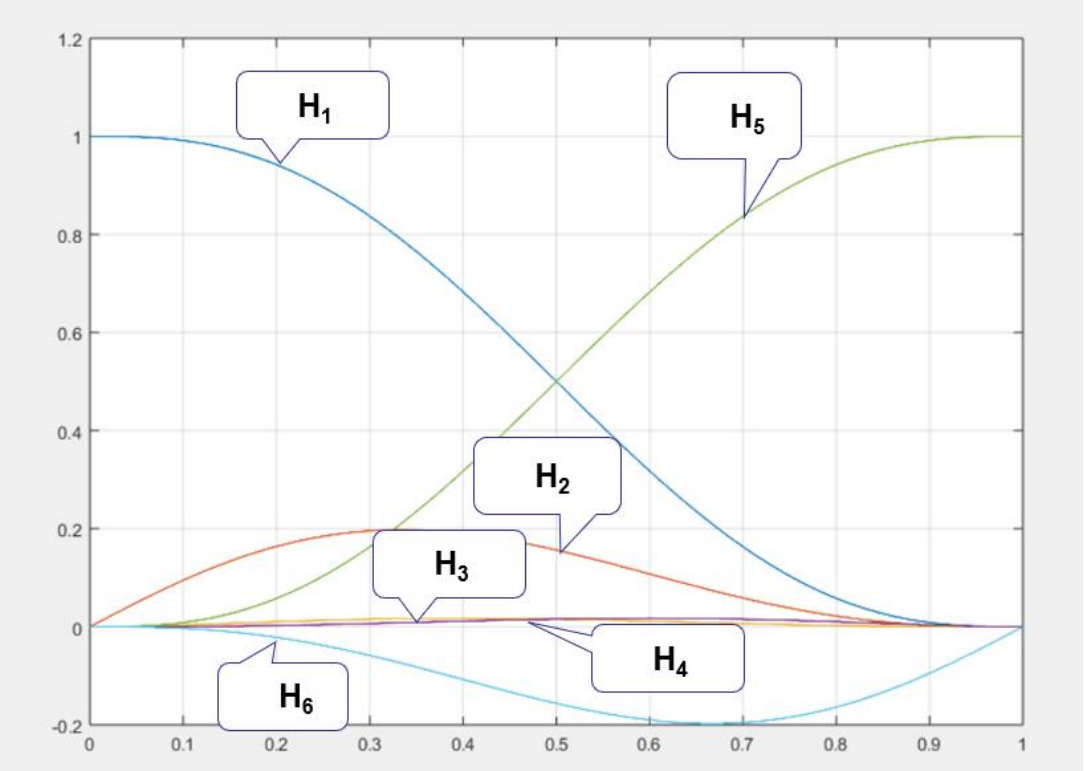


Figure 2. Six Quintic Hermite basis functions on a typical element.

In a more explicit way, the approximation itself, its first order and second derivative are given as

$$u_M(x) = a_{4k-3}H_1 + a_{4k-2}H_2 + a_{4k-1}H_3 + a_{4k}H_4 + a_{4k+1}H_5 + a_{4k+2}H_6$$
$$hu_M{}'(x) = a_{4k-3}A_1 + a_{4k-2}A_2 + a_{4k-1}A_3 + a_{4k}A_4 + a_{4k+1}A_5 + a_{4k+2}A_6$$
$$h^2u_M{}''(x) = a_{4k-3}B_1 + a_{4k-2}B_2 + a_{4k-1}B_3 + a_{4k}B_4 + a_{4k+1}B_5 + a_{4k+2}B_6$$

For more detailed information on quintic Hermite basis functions, the following references should be reviewed (Kutluay et al., 2024). When the above approximation functions themselves and their derivatives are used in place of their exact ones, the following system of algebraic system

$$|(a_{4k-3}A_1 + a_{4k-2}A_2 + a_{4k-1}A_3 + a_{4k}A_4 + a_{4k+1}A_5 + a_{4k+2}A_6)/h|_0^1 +$$
$$\int_0^1 (a_{4k-3}H_1 + a_{4k-2}H_2 + a_{4k-1}H_3 + a_{4k}H_4 + a_{4k+1}H_5 + a_{4k+2}H_6)\,dx = \int_0^1 x^2 dx$$

is obtained.

The appropriate boundary conditions given together with the governing equation are applied and a solvable system of algebraic equations is obtained. The application of the boundary conditions directly results in the following identities

$$a_1 = 0 \ \ and \ a_{4M+1} = 0.$$

When those unknowns are eliminated from the original system, a new system of the following form

$$La = R$$

is obtained. In this notation, L and R are $(4M \times 4M)$ and $(4M \times 1)$ matrices, respectively. Since the general solution scheme is obtained, the simulation can be run for various values of M using the algorithm coded in symbolic programming language MATLABR2015a. To be able to control the accuracy and efficiency of the presented method, the following widely used error norms L_2 and L_∞ are utilized

$$L_2 = \sqrt{\left(h \sum_{i=1}^{M} |U_i - (U_M)_i|^2\right)}$$

$$L_\infty = \underbrace{max}_{1 \le i \le M} |U_i - (U_M)_i|.$$

Table 1. The error values for the current approximate solutions U for various values of M.

M	L_2	L_∞
4	1.0658e-10	1.4692e-10
8	1.6706e-12	2.2993e-12
16	2.6161e-14	3.5978e-14
32	4.4989e-16	7.4940e-16
64	1.2696e-15	1.8804e-15
128	1.1518e-16	3.1919e-16
256	1.7498e-14	2.4730e-14
512	5.2995e-14	7.5148e-14

When one examines Table 1, it can clearly be seen that as the number of divisions M increases, that is, as the length of the elements decreases, the error norms also decrease. However, as can be

seen from the table, when this number of divisions exceeds a certain value, this decrease in the error norms cannot be clearly seen. In fact, the reason behind this is the rounding errors caused by the computer at high division numbers.

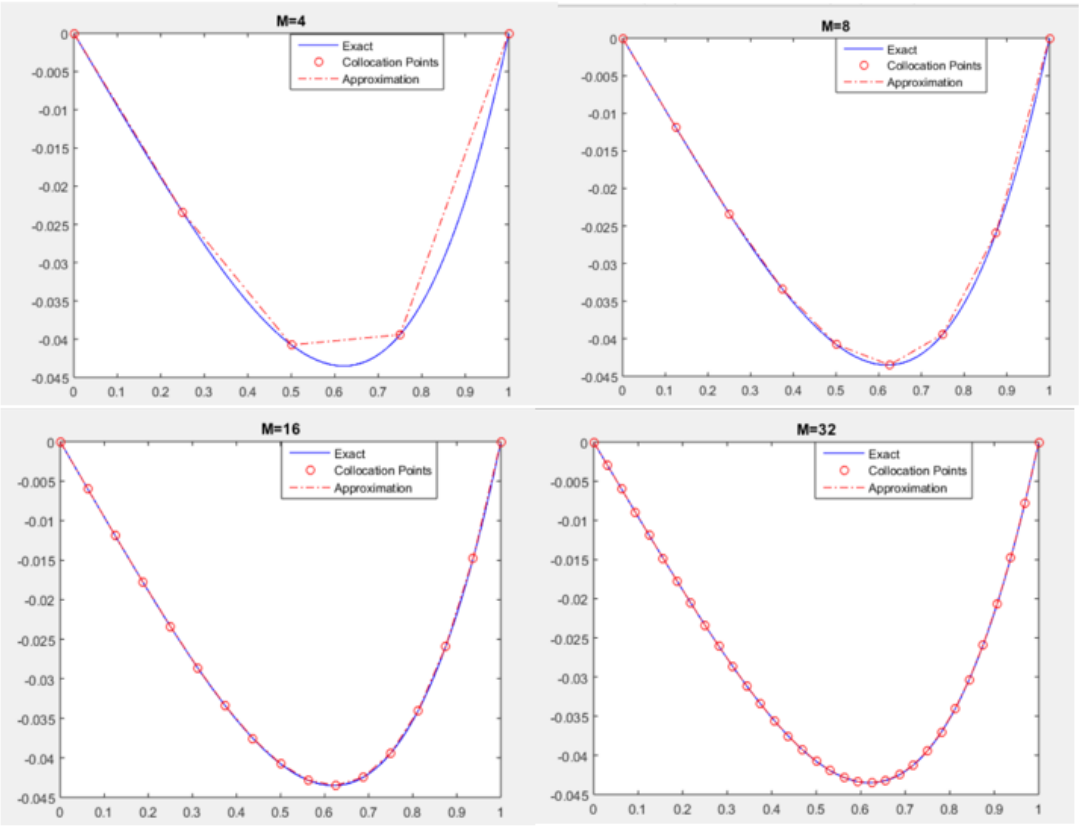


Figure 3. The graphs of approximate numerical and analytical solutions for various values of M

CONCLUSIONS

In this study, a prototype problem having an exact solution is analyzed with Dirichlet type boundary conditions. The weighted remainder expression is obtained and the subdomain finite element method is schematized over the solution region and the program is written and the code is simulated and the results are presented in tables and graphics in the study. When the results are analyzed, it is seen that the Quintic Hermite basis functions can be easily applied to linear or nonlinear ordinary, partial or fractional order differential equations.

REFERENCES

Ganaie I.A., Kukreja V.K. (2014). Numerical solution of Burgers' equation by cubic Hermite collocation method, Applied Mathematics and Computation 237 571–581. http://dx.doi.org/10.1016/j.amc.2014.03.102

Ganaie I.A., Arora S., Kukreja V.K. (2015). Cubic Hermite collocation solution of Kuramoto–Sivashinsky equation 93:1, 223-235 DOI: 10.1080/00207160.2014.999052

Kutluay, S., Yağmurlu, N. M., & Karakaş, A. S. (2024). A Robust Quintic Hermite Collocation Method for One-Dimensional Heat Conduction Equation. Journal of Mathematical Sciences and Modelling, 7(2), 82-89. https://doi.org/10.33187/jmsm.1475294

Yağmurlu N.M., Karakaş A.S. (2020) Numerical solutions of the equal width equation by trigonometric cubic B-spline collocation method based on Rubin–Graves type linearization, Numerical Methods for Partial Differential Equations, 36 1170-1183. DOI: 10.1002/num.22470

Kutluay S., Yağmurlu N.M., Karakaş A.S. (2022) An Effective Numerical Approach Based on Cubic Hermite B-spline Collocation Method for Solving the 1D Heat Conduction Equation, New Trends in Mathematical sciences 10(4), 20-31. http://dx.doi.org/10.20852/ntmsci.2022.485

Kutluay S., Yağmurlu N.M., Karakaş A.S. (2024) A novel perspective for simulations of the Modified Equal-Width Wave equation by cubic Hermite B-spline collocation method, Wave Motion, 129, 20-31. https://doi.org/10.1016/j.wavemoti.2024.103342

Shallu, Kukreja V.K. (2023) Solution of the generalized regularized long-wave equation with optimal spline collocation technique and implicit Crank– Nicolson as well as explicit SSP-RK43 scheme, INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER MATHEMATICS 100(1) 1-19. https://doi.org/10.1080/00207160.2022.2078662

Kumari A., Kukreja V.K. (2023) Study of generalized regularized long wave equation via septic Hermite collocation method with Crank–Nicolson and SSP-RK43 schemes to capture the various solitons, Wave Motion, https://doi.org/10.1016/j.wavemoti.2023.103188

Kumar H. (2024) Numerical Study of Differential Equations Via Cubic Hermite Collocation Technique, NATURALISTA CAMPANO, 28(1)

SUBDOMAİN SEY İLE SEPTİK HERMİTE B-SPLİNE BAZ FONKSİYONLARININ KULLANIMI ÜZERİNE BİR DURUM ÇALIŞMASI

Ali Sercan KARAKAŞ
Inonu University, Mathematics Department, Malatya
ORCID: 0000-0001-8622-1127
Nuri Murat YAĞMURLU
Inonu University, Mathematics Department, Malatya
ORCID: 0000-0003-1593-0254

ÖZET

Bu çalışmada, kullanılan yöntemin açık bir şekilde anlatılabilmesi ve daha sonraki uygulamalar olan daha yüksek mertebeden hem lineer hem de lineer olmayan adi, kısmi ve kesirli mertebeden denklemlere uygulanabilmesi için, ilk olarak tam çözümü olan homojen sınır şartlı lineer bir temel adi diferansiyel denklem üzerinde septik Hermite subdomain sonlu elemanlar yöntemi uygulanacaktır. İncelenen diferansiyel denklemin ilk olarak ağırlıklı kalan ifadesi elde edilir. Ağırlıklı kalan ifadesi, denklemdeki tüm ifadelerin eşitliğin herhangi bir tarafına toplanarak ağırlık fonksiyonu w_j ile çarpılması ile elde edilir. Elde edilen bu terimde kullanılan subdomain yöntemi gereği ağırlık fonksiyonu $w_j = 1$ alınarak problemin alınan çözüm bölgesi üzerinde integre edilir. Bunun için, ilk olarak sonlu elemanlar yönteminin temel adımları uygulanır ve problemin şeması çıkarılır. Sonrasında elde edilen şema da problem ile verilen homojen sınır şartları kullanılarak çözülebilir bir cebirsel denklem sistemi elde edilir. MATLABR2015a programlama dili yardımıyla elde edilen şemanın kodu yazılarak istenilen herhangi bir bölüntüde sonuçlar alınır. Ve bu sonuçlar çalışma içerisinde tablolar ve grafikler yardımıyla sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Subdomain Sonlu Elaman Yöntemi (SSEY), Septik Hermite B-spline bazlar, Diferansiyel Denklem.

A CASE STUDY ON THE USE OF SEPTIC HERMITE B-SPLINE BASIS FUNCTIONS WITH SUBDOMAIN FEM

ABSTRACT

In this paper, in order to clearly explain the method used and to apply it to higher order ordinary, partial and fractional order equations, both linear and nonlinear, the septic Hermite subdomain finite element method will first be applied to a linear fundamental ordinary differential equation with homogeneous boundary conditions which has also an exact solution. The weighted residual expression of the differential equation under study is first obtained. The weighted residual expression is obtained by collecting all expressions in the equation to any side of the equation and

multiplying by the weight function w_j. This term is integrated over the solution region of the problem by taking the weight function $w_j = 1$ according to the used subdomain method. For this, firstly, the fundamental steps of the finite element method are applied and the problem is schematized. Then, a solvable system of algebraic equations is obtained by using the homogeneous boundary conditions given together with the problem. With the help of MATLABR2015a programming language, the code of the obtained scheme is written and the results are obtained in any desired partition. And these results will be presented in the study with the help of tables and graphs.

Keywords: Subdomain Finite Element Method (SFEM), Septic Hermite B-spline basis Functions, Differential Equation.

LITERATURE

In this section, a detailed literature review including the finite elements method used in the present study, septic Hermite B-spline basis functions and the applications of Hermite basis functions of different orders will be presented. Kumari and Kukreja (2021) presented a numerical research study on a nonlinear partial differential equation using the Crank-Nicholson type difference approach with the help of septic Hermite basis functions. Kumari and Kukreja (2022a) solved the modified Burger equation using septic Hermite spline basis functions and collocation method. Kumari and Kukreja (2022b) made a numerical investigation of the partial differential equation using the septic Hermite collocation technique as approximation functions. The same authors (2022c) made a numerical investigation on a different differential equation under Dirichlet and mixed boundary conditions in the same year using septic Hermite basis functions. Kumari and Kukreja (2023a) studied the Kuramoto-Sivashinsky equation by using the septic Hermite collocation method. The numerical solutions of the Burgers equation on a problem using the FEM collocation method based on cubic Hermite base functions are presented (Ganaie & Kukreja, 2014). The application of the cubic Hermite collocation finite element method on the equation is presented (Ganaie et al., 2015). 1-Dimensional heat conduction problem has been handled by quintic Hermite B-spline collocation method (Kutluay et al., 2024). The application of the trigonometric cubic basis splines for the equal-width wave equation is presented (Yağmurlu & Karakaş, 2020). A numerical investigation on the 1D heat conduction problem using cubic Hermite bases functions is presented by (Kutluay et al., 2022). A novel perspective for simulations of the Modified Equal-Width Wave equation by cubic Hermite B-spline collocation method is handled (Kutluay et al., 2024). The approximate

solution of the generalized regularized long-wave equation with optimal spline collocation technique and implicit Crank– Nicolson as well as explicit SSP-RK43 scheme is found out (Shallu & Kukreja, 2023). A numerical study of generalized regularized long wave equation via septic Hermite collocation method with Crank–Nicolson and SSP-RK43 schemes to capture the various solitons is put forward (Kumari & Kukreja, 2023b). (Kutluay et al., 2025) investigated the numerical solution of the heat equation under Dirichlet boundary conditions by using a strong septic Hermite collocation technique and presented the results in the study.

A FUNDAMENTAL MODEL PROBLEM AND SUBDOMAIN FINITE ELEMENT METHOD (SFEM)

For a more detailed information on the steps of the finite element method applied in this study, one can refer to the following reference Karakaş (2020) and the references therein. For the implementation of the method, first of all, the following equation is taken into consideration

$$\frac{d^2u}{dx^2} + u - x^2 = 0$$

together with the homogeneous boundary conditions given below

$$u(0) = 0, \qquad u(1) = 0.$$

Under these homogeneous boundary conditions, the exact solution of the present problem can easily be found out as

$$u(x) = 2cosx + \frac{1 - 2cos1}{sin1} sinx + x^2 - 2.$$

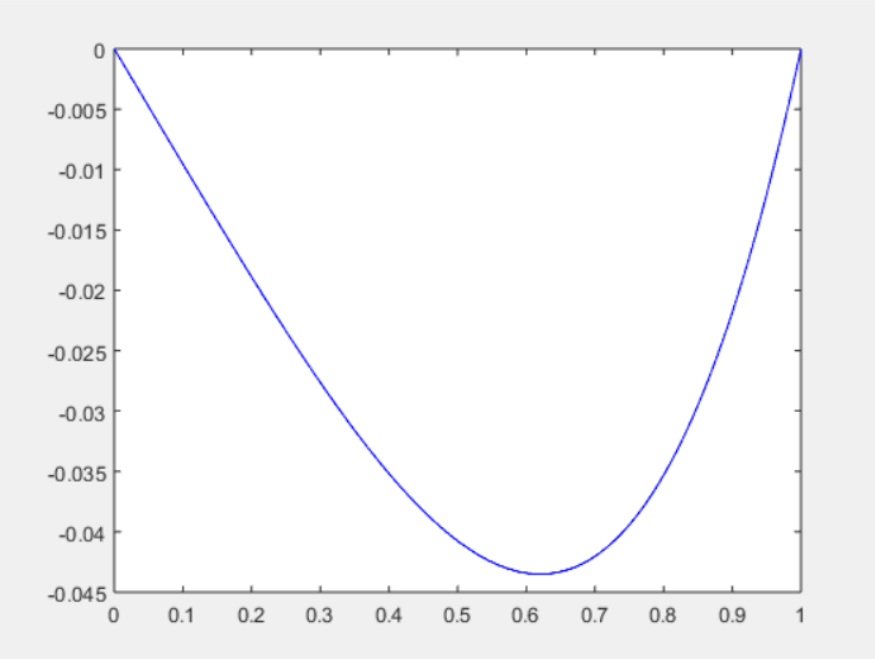


Figure 1. Exact solution of This Boundary Value Problem (BVP) on solution domain

First the weighted residual expression of the equation considered here is obtained in the following form

$$\int_0^1 \left[\frac{d^2u}{dx^2} + u - x^2\right] w dx = 0$$

Using the partial integration rule, if the load on the dependent variable u is divided between the approximation function "H_j" and the weight function "w", then the following form

$$\int_0^1 \left[-\frac{du}{dx}\frac{dw}{dx} + uw - x^2 w\right] dx + \left|w\frac{du}{dx}\right|_0^1 = 0$$

is obtained. Here the numerical approximation, since septic Hermite B-spline basis functions are used, is given in the following form

$$u(x) = \sum_{j=1}^{8} a_{j+6k-6} H_j$$

where a_{j+6k-6}'s are unknowns to be determined, k is the element number, $i = 1,2,3,4,5,6$ is the subscript of the inner collocation point, and $\mathrm{H}_{ji} = \mathrm{H}_j(\xi_i)$'s stand for septic Hermite B-spline basis functions. When the following local coordinate conversion is used on the k[th] element

$$\xi = \frac{x - x_k}{h}$$

the global internal $[x_k, x_{k+1}]$ is converted to into local unit interval $[0,1]$. In terms of this local coordinate variable ξ, the septic Hermite B-spline basis functions

$\mathrm{H}_1(\xi) = 1 - 35\xi^4 + 84\xi^5 - 70\xi^6 + 20\xi^7,$	$\mathrm{H}_5(\xi) = \left(-\frac{1}{6}\xi^4 + \frac{1}{2}\xi^5 - \frac{1\xi^6}{2} + \frac{1}{6}\xi^7\right)h^3,$
$\mathrm{H}_2(\xi) = (\xi - 20\xi^4 + 45\xi^5 - 36\xi^6 + 10\xi^7)h,$	$\mathrm{H}_6(\xi) = \left(\frac{5}{2}\xi^4 - 7\xi^5 + \frac{13\xi^6}{2} - 2\xi^7\right)h^2,$
$\mathrm{H}_3(\xi) = (0.5\xi^2 - 5\xi^4 + 10\xi^5 - 7.5\xi^6 + 2\xi^7)h^2,$	$\mathrm{H}_7(\xi) = 35\xi^4 - 84\xi^5 + 70\xi^6 - 20\xi^7,$
$\mathrm{H}_4(\xi) = \left(\frac{1}{6}\xi^3 - \frac{2}{3}\xi^4 + \xi^5 - \frac{2\xi^6}{3} + \frac{1}{6}\xi^7\right)h^3,$	$\mathrm{H}_8(\xi) = (-15\xi^4 + 39\xi^5 - 34\xi^6 + 10\xi^7)h$

and their first order derivatives,

$\mathrm{A}_1(\xi) = -140\xi^3 + 420\xi^4 - 420\xi^5 + 140\xi^6,$	$\mathrm{A}_5(\xi) = \left(-\frac{4}{6}\xi^3 + \frac{5}{2}\xi^4 - \frac{6\xi^5}{2} + \frac{7}{6}\xi^6\right)h^3,$
$\mathrm{A}_2(\xi) = (1 - 80\xi^3 + 225\xi^4 - 216\xi^5 + 70\xi^6)h,$	$\mathrm{A}_6(\xi) = (10\xi^3 - 35\xi^4 + 39\xi^5 - 14\xi^6)h^2,$
$\mathrm{A}_3(\xi) = (\xi - 20\xi^3 + 50\xi^4 - 45\xi^5 + 14\xi^6)h^2,$	$\mathrm{A}_7(\xi) = 140\xi^3 - 420\xi^4 + 420\xi^5 - 140\xi^6,$
$\mathrm{A}_4(\xi) = \left(\frac{1}{2}\xi^2 - \frac{8}{3}\xi^3 + 5\xi^4 - 4\xi^5 + \frac{7}{6}\xi^6\right)h^3,$	$\mathrm{A}_8(\xi) = (-60\xi^3 + 195\xi^4 - 204\xi^5 + 70\xi^6)h$

and their second order derivatives,

$\mathrm{B}_1(\xi) = -420\xi^2 + 1680\xi^3 - 2100\xi^4 + 840\xi^5,$	$\mathrm{B}_5(\xi) = (-2\xi^2 + 10\xi^3 - 15\xi^4 + 7\xi^5)(h^3),$
$\mathrm{B}_2(\xi) = (-240\xi^2 + 900\xi^3 - 1080\xi^4 + 20\xi^5)h,$	$\mathrm{B}_6(\xi) = (30\xi^2 - 140\xi^3 + 195\xi^4 - 84\xi^5)(h^2),$
$\mathrm{B}_3(\xi) = (1 - 60\xi^2 + 200\xi^3 - 225\xi^4 + 84\xi^5)(h^2),$	$\mathrm{B}_7(\xi) = 420\xi^2 - 1680\xi^3 + 2100\xi^4 - 840\xi^5,$
$\mathrm{B}_4(\xi) = (\xi - 8\xi^2 + 20\xi^3 - 20\xi^4 + 7\xi^5)(h^3),$	$\mathrm{B}_8(\xi) = (-180\xi^2 + 780\xi^3 - 1020\xi^4 + 420\xi^5)h$

are given as above, respectively.

For more detailed information on septic Hermite basis functions, the following references could be consulted (Kutluay et al., 2025), Kumari and Kukreja (2023b).

Since the Subdomain method will be used in this study, the weight function is taken as unit function and the approximation functions are chosen septic Hermite basis functions. In other words, $w = 1,$ and $H_j,\ j = 1(1)8$ are going to be taken in the obtained weak form.

$$u(x) = a_{6k-5}H_1 + a_{6k-4}H_2 + a_{6k-3}H_3 + a_{6k-2}H_4 + a_{6k-1}H_5 + a_{6k}H_6 + a_{6k+1}H_7 + a_{6k+2}H_8$$

$$hu'(x) = a_{6k-5}A_1 + a_{6k-4}A_2 + a_{6k-3}A_3 + a_{6k-2}A_4 + a_{6k-1}A_5 + a_{6k}A_6 + a_{6k+1}A_7 + a_{6k+2}A_8$$

$$\left|\frac{du}{dx}\right|_0^1 + \int_0^1 u\,dx = \int_0^1 x^2 dx.$$

When the above approximation functions themselves and their required derivatives are used in place of their exact ones, the following system of algebraic equations

$$|(a_{6k-5}A_1 + a_{6k-4}A_2 + a_{6k-3}A_3 + a_{6k-2}A_4 + a_{6k-1}A_5 + a_{6k}A_6 + a_{6k+1}A_7 + a_{6k+2}A_8)/h|_0^1 + \int_0^1 (a_{6k-5}H_1 + a_{6k-4}H_2 + a_{6k-3}H_3 + a_{6k-2}H_4 + a_{6k-1}H_5 + a_{6k}H_6 + a_{6k+1}H_7 + a_{6k+2}H_8)\,dx = \int_0^1 x^2 dx$$

is obtained.

The appropriate boundary conditions given together with the governing equation are applied and a solvable system of equations is obtained. The application of the boundary conditions directly results in

$$\mathrm{a}_1 = 0 \ \ and\ \mathrm{a}_{6\mathrm{M}+1} = 0.$$

When those unknowns are eliminated from the original system, a new system of the following form

$$La = R$$

is obtained. In this notation, L and R are $(6\mathrm{M} \times 6\mathrm{M})$ and $(6\mathrm{M} \times 1)$ matrices, respectively.

Since the general solution scheme is obtained, the simulation can now easily be run for various values of M using the algorithm coded in symbolic programming language MATLABR2015a. To

be able to control the accuracy and efficiency of the presented method, the following widely used error norms L_2 and L_∞ are used

$$L_2 = \sqrt{\left(h\sum_{i=1}^{M}|U_i - (U_M)_i|^2\right)}$$

$$L_\infty = \underbrace{max}_{1\le i\le M}|U_i - (U_M)_i|.$$

Table 1. The error values for the current approximate solutions u for various values of M.

M	L_2	L_∞
4	1.1433e-14	1.5932e-14
8	1.1075e-16	1.8388e-16
16	4.7189e-16	7.7022e-16
32	4.8802e-16	8.1185e-16
64	5.3690e-15	7.6397e-15
128	1.2583e-14	1.7694e-14
256	2.6990e-14	3.7928e-14
512	8.4497e-14	1.1961e-13

When one examines Table 1, one can clearly observe that as the number of spatial divisions M increases, that is, as the length of the elements decreases, the error norms also decrease. However, as it can be seen from the table, when this number of divisions exceeds a certain value, this decrease in the error norms cannot be clearly seen. In fact, the reason behind this is the rounding errors caused by the computer at high division numbers.

CONCLUSIONS

In this study, a fundamental problem having an analytical solution is analyzed with homogeneous type boundary conditions. The weighted residual expression is obtained and the subdomain finite element method is schematized over the solution region and the program is written and the code is simulated and the results are presented in tables and graphs in the study. When the results are

analyzed, it is seen that the Septic Hermite basis can easily be applied to linear or nonlinear ordinary, partial, fractional order differential equations.

REFERENCES

Kumari A, Kukreja VK (2021). Septic Hermite collocation method for the numerical solution of Benjamin–Bona–Mahony–Burgers equation. Journal of Difference Equations and Applications, 27 1193-1217. https://doi.org/10.1080/10236198.2021.1972985

Kumari A, Kukreja VK (2022a). Error bounds for septic Hermite interpolation and its implementation to study modified Burgers' equation. Numerical Algorithms, 89 1799-1821. https://doi.org/10.1007/s11075-021-01173-y

Kumari A, Kukreja VK (2022b). Robust septic Hermite collocation technique for singularly perturbed generalized Hodgkin–Huxley equation. International Journal of Computer Mathematics, 99 909-923. https://doi.org/10.1080/00207160.2021.1939317

Kumari A, Kukreja VK (2022c). Shishkin mesh based septic Hermite interpolation algorithm for time-dependent singularly perturbed convection–diffusion models. Journal of Mathematical Chemistry, 60 2029-2053. https://doi.org/10.1007/s10910-022-01399-8

Kumari A, Kukreja VK (2023a). Study of 4*th*order Kuramoto-Sivashinsky equation by septic Hermite collocation method. Applied Numerical Mathematics, 188 88-105. https://doi.org/10.1016/j.apnum.2023.03.001

Ganaie I.A., Kukreja V.K. (2014). Numerical solution of Burgers' equation by cubic Hermite collocation method, Applied Mathematics and Computation 237 571–581. http://dx.doi.org/10.1016/j.amc.2014.03.102

Ganaie I.A., Arora S., Kukreja V.K. (2015). Cubic Hermite collocation solution of Kuramoto–Sivashinsky equation 93:1, 223-235 DOI: 10.1080/00207160.2014.999052

Kutluay, S., Yağmurlu, N. M., & Karakaş, A. S. (2024). A Robust Quintic Hermite Collocation Method for One-Dimensional Heat Conduction Equation. Journal of Mathematical Sciences and Modelling, 7(2), 82-89. https://doi.org/10.33187/jmsm.1475294

Yağmurlu N.M., Karakaş A.S. (2020) Numerical solutions of the equal width equation by trigonometric cubic B-spline collocation method based on Rubin–Graves type linearization, Numerical Methods for Partial Differential Equations, 36 1170-1183. DOI: 10.1002/num.22470

Kutluay S., Yağmurlu N.M., Karakaş A.S. (2022) An Effective Numerical Approach Based on Cubic Hermite B-spline Collocation Method for Solving the 1D Heat Conduction Equation, New Trends in Mathematical sciences 10(4), 20-31. http://dx.doi.org/10.20852/ntmsci.2022.485

Kutluay S., Yağmurlu N.M., Karakaş A.S. (2024) A novel perspective for simulations of the Modified Equal-Width Wave equation by cubic Hermite B-spline collocation method, Wave Motion, 129, 20-31. https://doi.org/10.1016/j.wavemoti.2024.103342

Shallu, Kukreja V.K. (2023) Solution of the generalized regularized long-wave equation with optimal spline collocation technique and implicit Crank– Nicolson as well as explicit SSP-RK43 scheme, INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER MATHEMATICS 100(1) 1-19. https://doi.org/10.1080/00207160.2022.2078662

Kumari A., Kukreja V.K. (2023b) Study of generalized regularized long wave equation via septic Hermite collocation method with Crank–Nicolson and SSP-RK43 schemes to capture the various solitons, Wave Motion, https://doi.org/10.1016/j.wavemoti.2023.103188

Kutluay S, Yağmurlu NM, Karakaş, AS (2025) (In press). A robust septic hermite collocation technique for dirichlet boundary condition Heat conduction equation. International Journal of Mathematics and Computer in Engineering, Sciendo, https://doi.org/10.2478/ijmce-2025-0019

Karakaş, AS (2020). Numerical solutions of Equal Width Wave (EW) Equation using trigonometric B-spline collocation finite element method. M.Sc. Thesis.

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ÇEVRE KİMLİKLERİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ

MSc Aslı İLHAN ŞAHİN*
Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, 17010 Çanakkale
ORCID ID: 0009-0009-0407-4422
Doç. Dr. Eylem YALÇINKAYA ÖNDER
Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, 17010 Çanakkale
ORCID ID: 0000-0003-1306-9931

ÖZET

Bu çalışma, ortaokul öğrencilerinin çevre kimlikleri ile sürdürülebilir çevre tutumları arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Ayrıca, öğrencilerin çevre kimliklerinin ve sürdürülebilir çevre tutumlarının cinsiyete ve sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılaşıp farklılaşmadığı da araştırılmıştır. Çalışmanın örneklemini Türkiye'nin Marmara Bölgesi'ndeki devlet okullarında öğrenim gören 359 ortaokul öğrencisi (5., 6., 7. ve 8. sınıf) oluşturmuştur. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama araçları olarak, "Çevre Kimlik Ölçeği" (ÇKÖ) ve "Sürdürülebilir Çevre Tutum Ölçeği" (SÇTÖ) kullanılmıştır. Sonuç olarak, öğrencilerin çevre kimlikleri ile sürdürülebilir çevre tutumları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, çevre kimliği ölçeğinin tüm alt boyutlarında ve genelinde kız öğrencilerin puan ortalamaları erkek öğrencilerden yüksek bulunmuştur. Özellikle "doğa ile ilgili ahlaki sorumluluklar", "doğayı kendisi olarak düşünmek" ve çevre kimliği ölçeğinin genelinde kız öğrenciler lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Bu sonuç, cinsiyetin ortaokul öğrencilerinin çevre kimliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin çevre kimliği puanları, ölçeğin tüm alt boyutlarında ve genelinde sınıf düzeyi düşük olan öğrenciler lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir. Buna göre, sınıf düzeyi azaldıkça öğrencilerin çevre konusunda daha yüksek bir farkındalığa ve kimlik duygusuna sahip oldukları belirlenmiştir. Sürdürülebilir çevre tutumları ölçeğinin tüm alt boyutlarında ve genelinde kız öğrencilerin sürdürülebilir çevre tutum puanlarının ortalaması erkek öğrencilerinkinden daha yüksek bulunmuştur. Ölçeğin "algı" ve "davranış" alt boyutlarında ve genelinde kız öğrenciler lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Bu sonuç, cinsiyetin ortaokul öğrencilerinin sürdürülebilir çevre tutumları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin sürdürülebilir çevre tutum puanları, sınıf düzeyine göre

ölçeğin "algı", "düşünce" ve "davranış" alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Sürdürülebilir çevre tutum ölçeğinin "algı" ve "davranış" alt boyutlarında küçük sınıflar lehine, "düşünce" alt boyutunda ise büyük sınıflar lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Buna rağmen, ölçeğin genelinde sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Anahtar kelimeler: Çevre kimliği, ortaokul öğrencileri, sürdürülebilir çevre tutumu

DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN MIDDLE SCHOOL STUDENTS' ENVIRONMENTAL IDENTITIES AND SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL ATTITUDES

ABSTRACT

This study examines the relationship between middle school students' environmental identities and sustainable environmental attitudes. In addition, it investigates whether students' environmental identities and sustainable environmental attitudes differ statistically significantly according to gender and grade level. The sample of the study consisted of 359 middle school students (5th, 6th, 7th, and 8th grades) studying in public schools in the Marmara Region of Turkey. Relational survey method, one of the quantitative research methods, was used in the study. "Environmental Identity Scale" and "Sustainable Environmental Attitude Scale" were used as data collection tools. As a result, it was determined that there was a positive and significant relationship between students' environmental identities and sustainable environmental attitudes. In addition, the mean scores of female students were higher than male students in all sub-dimensions of the environmental identity scale and in general. Statistically significant differences were found in favor of female students, especially in “moral responsibilities related to nature”, “thinking of nature as oneself”, and in the overall environmental identity scale. This result shows that gender has a significant effect on the environmental identity of middle school students. The environmental identity scores of the students showed statistically significant differences in favor of the students with lower class levels in all sub-dimensions and in general. Accordingly, it was determined that as the grade level decreased, students had a higher awareness and sense of identity about the environment. In all sub-dimensions of the sustainable environmental attitudes scale and in general, the mean sustainable environmental attitude scores of female students were higher than those of male students. Statistically significant differences were found in favor of female students in the “perception” and “behavior” sub-dimensions of the scale and in general. This result shows that gender has a significant effect on the

sustainable environmental attitudes of middle school students. The sustainable environmental attitude scores of the students showed statistically significant differences in the “perception”, “thought”, and “behavior” sub-dimensions of the scale according to the grade level. Statistically significant differences were found in favor of

lower classes in the “perception” and “behavior” sub-dimensions of the sustainable environmental attitude scale, and in favor of higher classes in the “thought” sub-dimension. However, no statistically significant difference was found in the overall scale according to class level.

Keywords: Environmental identity, middle school students, sustainable environmental attitude

**Bu çalışma Aslı İlhan Şahin’in “Ortaokul Öğrencilerinin Çevre Kimlikleri ve Sürdürülebilir Çevre Tutumları Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.*

MATEMATİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ KESİRLERİN FARKLI MODELLERLE GÖSTERİMİNE YÖNELİK ALAN BİLGİLERİNİN KESİR ŞEMALARI BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

Firdevs KAYRAK
Bursa Uludağ University, Institute of Education Sciences, Depertment of Mathematics Education,
ORCID: 0009-0006-3032-3531
Menekşe Seden TAPAN BROUTİN
Bursa Uludag University, Faculty of Education, Department of Mathematics Education,
ORCID: 0000-0002-1860-852X
Rıdvan EZENTAŞ
Bursa Uludag University, Faculty of Education, Department of Mathematics Education,
ORCID: 0000-0001-8619-8334

ÖZET

Bu araştırma, kesir öğretiminde matematiksel modellerin kullanımına ilişkin öğretmen adaylarının bilgi düzeylerini ve model tercihlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, alan, uzunluk ve küme modelleri bağlamında öğretmen adaylarının farklı kesir şemalarına yönelik modelleme yaklaşımları analiz edilmiştir. Nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılarak yürütülen araştırmada, altı öğretmen adayı ile veri toplanmıştır. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme ile ölçüt örnekleme birlikte kullanılmış; bu doğrultuda, "Matematiğin Temelleri I" ve "Sayıların Öğretimi" derslerini almış olmak temel ölçüt olarak belirlenmiştir. Veriler, yazılı değerlendirme aracı, gözlem ve araştırmacı notları yoluyla toplanmış ve betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları, öğretmen adaylarının kesir şemalarına dayalı modelleme süreçlerinde ağırlıklı olarak alan modeline yöneldiklerini, uzunluk modelini sınırlı düzeyde kullandıklarını ve küme modelleri kullanmadıklarını ortaya koymuştur. Özellikle parçalı kesir ve yinelemeli kesir şemalarında adayların kavramsal düzeyde zorlandıkları ve bu nedenle işlemsel temsillere yöneldikleri belirlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, öğretmen eğitimi programlarında farklı kesir şemalarına dayalı modelleme becerilerinin geliştirilmesine yönelik uygulamalı öğretim süreçlerine yer verilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Matematik öğretmen adayı, Kesir modeli, Kesir şeması

GİRİŞ

Kesirler, matematikte erken dönemde karşılaşılan soyut kavramlardan biridir (Haser ve Ubuz, 2002) ve ilköğretim matematiğinde ondalık sayılar, rasyonel sayılar, oran-orantı ve yüzde gibi kavramların temelini oluşturur (Booker, 1996). Kesirlerin farklı bağlamlarda değişen anlamlara sahip olması, temsilleri ve anlamları arasındaki ilişkiyi karmaşık hale getirmekte, bu da

öğrencilerin konuyu anlamakta güçlük çekmelerine neden olmaktadır (Aksu, 1997; Van de Walle vd., 2019).

Van de Walle ve arkadaşları (2019), kesir öğretiminde üç temel model önermektedir: alan, uzunluk ve küme modelleri. Alan modeli, öğrenciler için en anlaşılır ve en yaygın kullanılan modellerden biridir (Bingölbali ve Özmantar, 2014). Uzunluk modelleri sayı doğrusu ve kesir çubukları gibi araçlarla temsil edilir ve kavramın anlaşılmasına önemli katkılar sağlar (Van de Walle, 2019; Niemi, 1996; Hull, 2005). Küme modeli ise bütünü nesne kümeleriyle temsil eder ancak küçük yaş gruplarında kavramsal zorluklara neden olabilir (Van de Walle vd., 2019; Behr ve ark., 1988). Steffe (2002), şemaların tanıma şablonu ve faaliyetler olmak üzere iki bileşeni olduğunu belirtir. Bu doğrultuda, öğretmenlerin öğrencilerin mevcut şemalarını dikkate alarak problem durumları sunmaları önemlidir (McCloskey ve Norton, 2009). Şemalar aynı zamanda öğrencilerin matematiksel dili nasıl kullandıklarını analiz etmede bir araç olarak da değerlidir (Steffe ve Olive, 2010).

Literatürde, öğrencilerin kesirleri modelleme ve modellenmiş kesirleri sayı olarak ifade etme konusunda zorluklar yaşadıkları belirtilmektedir (Pesen, 2007; Gabriel ve ark., 2013). Topçu ve Gürefe (2020), öğrencilerin uzunluk ve alan modellerinde daha başarılı olduklarını, küme modelinde ise zorlandıklarını ortaya koymuştur. Bu durum, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarda alan ve uzunluk modellerine ağırlık vermelerinden kaynaklanabilir. Öğretmen adaylarının da benzer tercihlere sahip olup olmadıklarının ve bu süreçte hangi matematiksel dili ve eylemleri kullandıklarının araştırılması pedagojik açıdan önemlidir.

Öğretmenlerle yapılan çalışmalar, modellerin öneminin farkında olunsa da bu modellerin etkili kullanımına yönelik bilgi eksikliği olduğunu göstermektedir (Akgün ve ark., 2013; Bayazit ve ark., 2011; Gökkurt ve ark., 2015). Ayrıca, genellikle alan modelinin tercih edildiği, küme modelinin ise nadiren kullanıldığı ifade edilmiştir (Çelik ve Çiltaş, 2015). Oysa model kullanımı kalıcılığı ve başarıyı artırmaktadır (Çiltaş ve Işık, 2012; Çiltaş ve Yılmaz, 2013). Bu nedenle, öğretmen adaylarının kesirlerin modelle gösterimine yönelik tercihlerini ve alan bilgilerini incelemek önemlidir.

Bu çalışma, matematik öğretmeni adaylarının kesirleri modellemede kullandıkları matematiksel dili ve eylemleri, kesir şemaları bağlamında incelemeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda şu soruya yanıt aranacaktır: Matematik öğretmeni adayları, farklı kesir şemaları içeren durumlarda matematiksel modelleri nasıl kullanmaktadır?

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Bu araştırmada, nitel araştırma desenlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışmaları, gerçek yaşam bağlamında belirli bir durumu derinlemesine incelemeye odaklanır (Yin, 2009; Creswell, 2023). Araştırmada, matematik öğretmeni adaylarının kesirlerin farklı modellerle gösterimine ilişkin bilgileri detaylı biçimde incelendiğinden, bu desen tercih edilmiştir.

Çalışma Grubu

Katılımcılar, ölçüt örnekleme yöntemleriyle seçilmiştir. Ölçüt olarak, adayların "Matematiğin Temelleri 1" ve "Sayıların Öğretimi" derslerini almış olmaları belirlenmiştir. Marmara Bölgesi'nde bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören 6 kadın öğretmen adayı, gönüllülük esasına göre seçilmiş, gizlilik için Ö1–Ö6 şeklinde kodlanmıştır.

Veri Toplama Aracı ve Veri Toplama Süreci

Veriler; yazılı değerlendirme aracı, gözlemler ve alan notları ile toplanmıştır. Araç, Steffe ve Olive'in (2010) Kesir Şemaları Teorisi temel alınarak 10 açık uçlu soru olarak hazırlanmıştır. Uygulama sırasında yapılandırılmamış gözlem tekniği ile öğretmen adaylarının süreçteki kararları not alınmış ve gerek görüldüğünde açıklamalar istenmiştir. Veri çeşitliliği ile bulguların geçerliliği ve güvenirliği artırılmıştır.

Veri Analizi

Veriler, betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiş; yanıtlar kullanılan kesir modeli ve şema bağlamında sınıflandırılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2013). Kodlamalar, alan uzmanı ile birlikte gözden geçirilerek analiz süreci tutarlılığı sağlanmıştır. Van de Walle vd. (2019) tarafından belirlenen alan, uzunluk ve küme modelleri doğrultusunda kategoriler belirlenmiş; modellerin ilgili şema bağlamıyla bütünlük oluşturup oluşturmadığı da değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Bu çalışmada öğretmen adaylarının kesir modellemeleri, her kesir şeması için ikişer soruyla incelenmiştir. Adaylardan, sorulara uygun modellemeler yapmaları, tercih nedenlerini açıklamaları ve mümkünse alternatif modeller üretmeleri istenmiştir.

Parça-bütün şemasına ait her iki soruda da tüm öğretmen adayları yalnızca alan modelini tercih etmiştir. İlk soruda çoğunluk dikdörtgen, biri kare; ikinci soruda ise çoğunluk yine dikdörtgen, bir aday daire kullanmıştır. Tercihler genellikle kolaylık, anlaşılabilirlik ve bağlamsal örneklerle (ör.

pizza) gerekçelendirilmiştir. İkinci modellemelerde yine alan modeli devam etmiş, yalnızca bir aday uzunluk modeline yönelmiştir.

Parçalı birim kesir şeması sorularında adaylar alan (özellikle daire) ve uzunluk modelleri arasında farklı tercihlerde bulunmuştur. İlk soruda bir aday birimi tekrar ederek bütüne ulaşmış, diğerleri bütünü çizip eş parçalara ayırarak birime ulaşmıştır. İkinci soruda uzunluk modelini tercih edenlerin sayısı artmış, tercihler genellikle 13 parçaya ayırmanın zorluğuna dayandırılmıştır.

Parçalı kesir şeması sorularında tüm adaylar alan modelini kullanmış; model tercihleri kolaylık, anlaşılırlık ve işlem uygunluğu ile açıklanmıştır. İlk soruda bazıları çarpma işleminden sonra model oluştururken bütünün yanlış modellenmesi gibi hatalar yapmıştır. İkinci soruda ise çoğu aday çarpmayla ilerleyip bütünü yeniden parçalayarak modele ulaşmıştır. Bir aday ise iki ayrı kesri aynı bütün üzerinde göstermeye çalışarak doğru modele ulaşamamıştır.

Tersinir parçalı kesir şemasında ilk soruda tüm adaylar alan modeliyle çalışmış, biri günlük yaşamla ilişkilendirerek daireyi tercih etmiştir. Adaylar önce kesri, ardından aynı bütünü tekrar oluşturarak tersinirliği modellemiştir. İkinci soruda alan ve uzunluk modelleri arasında çeşitlilik gözlenmiş; şekil yapısına ve kişisel yaklaşımlara göre farklı parçalama yöntemleri kullanılmıştır.

Yinelemeli kesir şemasında her iki soruda da çoğunluk daire şeklinde alan modelini tercih etmiştir. Öğretmen adaylarının verilen bileşik kesri parçalayarak bütüne ulaşmaları beklenen bu kesir şemasında öğretmen adaylarının bileşik kesri bütün ve basit kesir toplamı şeklinde modelledikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca bir aday her iki soruda da kesri genişleterek model oluşturmuştur.

SONUÇ

Bu çalışma, öğretmen adaylarının kesir modellemelerine yönelik alan bilgilerini Steffe ve Olive'in (2010) geliştirdiği beş kesir şeması bağlamında incelemiştir. Bulgular, öğretmen adaylarının büyük ölçüde alan modeline yöneldiğini; uzunluk ve küme modellerine ise sınırlı düzeyde yer verdiklerini ortaya koymuştur. Bu durum, adayların geleneksel temsillere bağımlı olduğunu ve alternatif modellere dair bilgi eksikliği yaşadıklarını göstermektedir.

Parça-bütün şeması kapsamında adaylar, çoğunlukla dikdörtgen ve daire şekillerinde alan modeli kullanmış; şekil tercihi genellikle kesrin paydasına göre yapılmıştır. Parçalı birim kesir şemasında, uzunluk modelinin görece daha fazla tercih edilmesi, adayların kesrin yapısına göre model seçiminde esneklik gösterebildiğini göstermektedir. Parçalı kesir şeması sorularında ise adaylar işlemsel yaklaşımlara yönelmiş, "kesrin kesri" gibi yapılarda modelleme yerine doğrudan işlem uygulamışlardır. Tersinir parçalı kesir şeması, adayların daha başarılı oldukları bir alan olmuş;

tersinir düşünme becerilerini kullanabildikleri gözlemlenmiştir. Yinelemeli kesir şeması ise adayların kavramsal olarak en çok zorlandığı alan olmuş; kesri parçalayıp bütünü oluşturma süreci eksik kalmıştır.

Genel olarak öğretmen adaylarının kesir şemalarına uygun model çeşitliliğinde zorlandıkları, alan modeline dayalı rutin temsillere bağlı kaldıkları, özellikle parçalı kesir ve yinelemeli kesir şemalarında kavramsal temsilden çok işlemsel yaklaşımları tercih ettikleri görülmüştür. Bu bulgular, adayların kesir öğretiminde modelleme bilgisi açısından desteklenmeleri gerektiğini göstermektedir. Literatürdeki benzer çalışmalarla örtüşen sonuçlar, model çeşitliliği eksikliğinin öğretim sürecine olumsuz yansıyabileceğine işaret etmektedir (Can, 2019; Duran, 2017; Akgün vd., 2013; Bayazıt vd., 2011; Gökkurt vd., 2015; Topçu & Gürefe, 2020).

Öğretmen eğitimi programlarında, farklı kesir modellerine yönelik içerikler artırılmalı ve özellikle uzunluk ve küme modelleri daha fazla sınıf içi uygulamalarla desteklenmelidir. Kesir öğretiminde, Steffe ve Olive'in geliştirdiği kesir şemalarına dayalı yapılandırmacı yaklaşımlar kullanılmalıdır. Ayrıca, öğretmen adaylarının model tercihleri ile pedagojik kararları arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar yapılmalıdır. Bu tür çalışmalar, öğretmen eğitiminin kalitesini artırmak için önemlidir.

KAYNAKÇA

Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., ve Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6*(12), 1-34.

Aksu, M. (1997). Student perfomıance in dealing with fractions. *The Journal of Educational Research, 90* (6), 375-380

Bayazit, İ., Aksoy, Y., & Kırnap, M. (2011). Öğretmenlerin matematiksel modelleri anlama ve model oluşturma yeterlilikleri. *Education Sciences*, *6*(4), 24952516.

Bingölbali, E., & Özmantar, M. F. (2014). *İlköğretimde matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri* (4. baskı). Ankara: Pegem Akedemi.

Booker, G. (1996). Constructing mathcmalical conventions forrned by the abstraction and generalisation of earlier ideas: The development of inilial fraction ideas. In L.Steff, P. Cobb & P. Nesher (Eds.), *Theories of mathematics learning*, Hillsdale, (pp. 381-395). NJ; Earlbaum

Can, H. N. (2019). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin kesirlerde işlemler konusu ile ilgili pedagojik alan bilgilerinin öğrenci zorlukları ve kavram yanılgıları bileşeninde incelenmesi.* [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Creswell, J. W. (2023). *Nitel araştırma yöntemleri, beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni* (Çeviri Ed. M. Bütün & S. B. Demir). Ankara: Siyasal.

Çelik, B., & Çiltaş, A. (2015). Beşinci sınıf kesirler konusunun öğretim sürecinin matematiksel modeller açısından incelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, *10*(1), 180-204.

Çiltaş, A., & Işık, A. (2012). Matematiksel modelleme yönteminin akademik başarıya etkisi. *Çağdaş Eğitim Dergisi Akademik*, *2*, 57-67.

Çiltaş, A., ve Yılmaz K. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının teoremlerin ifadeleri için kurmuş oldukları matematiksel modeller. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 2*(2), No: 12, 107-115.

Duran, N. B. (2017). *Ortaokul matematik öğretmen adaylarının alan ve pedagojik alan bilgileri çerçevesinde kesirlerle çarpma ve bölme işlemlerinin öğretimine ilişkin kullandıkları modeller.* [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Gabriel, F.C., Coché, F., Szucs, D., Carette, V., Rey, B., & Content, A. (2013). A componential view of children's difficulties in learning fractions. *Frontiers in Psychology, 4*, 715-730.

Haser Ç. ve Ubuz B. (2002*)*. Kesirlerde Kavramsal ve İşlemsel Performans*, Eğitim ve Bilim, 27*(126), 53-61.

McCloskey, A. V. & Norton A. (2009). Using Steffe's advanced fraction schemes. *Mathematics Teaching in the Middle School, 15*(1), 44-56

Niemi, D. (1996). Assessing Conceptual Understanding in Mathematics: Representations, Problem Solutions, Justifications, and Explanations. *The Journal of Educational Research*, *89*(6), 351–363. https://doi.org/10.1080/00220671.1996.9941339

Pesen, C. (2007). Öğrencilerin kesirlerle ilgili kavram yanılgıları. *Eğitim ve Bilim*, *32*(143), 79- 88.

Topçu, M. & Gürefe, N. (2020). 7. sınıf öğrencilerinin kesir şemalarının belirlenmesi. *The Journal of International Education Science, 22* (7), 97-118.

Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2019). *İlkokul ve ortaokul matematiği: Gelişimsel yaklaşımla öğretim*. (10. Baskı). (Çev. S. Durmuş). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* Ankara: Seçkin.

Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI TARAFINDAN YAPILAN MATEMATİK ORTAK YAZILI SINAVINA İLİŞKİN ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ

Firdevs KAYRAK
Bursa Uludağ University, Institute of Education Sciences, Depertment of Mathematics Education
ORCID: 0009-0006-3032-3531
Gül KALELİ YILMAZ
Bursa Uludağ University, Faculty of Education, Department of Mathematics Education
ORCID: 0000-0002-8567-3639
Rıdvan EZENTAŞ
Bursa Uludağ University, Faculty of Education, Department of Mathematics Education
ORCID: 0000-0001-8619-8334

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından uygulanmaya başlanan ortak yazılı sınavlara ilişkin ortaokul matematik öğretmenlerinin görüşlerini belirlemektir. Çalışma, ortak sınavların gerekliliği, müfredatla uyumu, öğrenci seviyesine uygunluğu, başarı durumu ve soru yapısı gibi çeşitli boyutları inceleyerek uygulamadaki eksiklikleri ortaya koymayı hedeflemektedir. Araştırma, nitel araştırma desenlerinden durum çalışması olarak tasarlanmıştır. 2024-2025 eğitim-öğretim yılında farklı illerde görev yapan ve tipik durum örneklemesi yöntemiyle seçilen altı ortaokul matematik öğretmeni ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerden elde edilen veriler, içerik analizine tabii tutulmuştur. Bulgular, öğretmenlerin büyük çoğunluğunun ortak yazılı sınavları gerekli ve adaletli bulduğunu göstermektedir. Özellikle özel ve devlet okulları arasındaki not farklılıklarını dengelemek açısından önemli olduğu ifade edilmiştir. Ancak bazı öğretmenler, sınavların ölçme-değerlendirme açısından yeterince geçerli ve güvenilir olmadığını düşünmektedir. Sınav sorularının öğretim programı kazanımlarıyla büyük ölçüde örtüştüğü belirtilirken, öğrenci seviyesine uygunluğu konusunda farklı görüşler ortaya çıkmıştır. Bazı öğretmenler sınavın kolay olduğunu belirtirken, bazıları orta seviyedeki öğrencilerin zorlandığını ifade etmiştir. Öğrencilerin genel başarı durumu incelendiğinde, sınav sonuçlarının beklenenden düşük notlara neden olduğu gözlemlenmiştir. Öğretmenlerin çoğunluğu sınav sorularında değişiklik yapılması gerektiğini düşünmektedir. Soruların daha açık ve anlaşılır hâle getirilmesi, yeni nesil soruların dikkatli seçilmesi ve farklı zorluk seviyelerindeki soruların dengeli dağıtılması önerilmektedir. Bu bulgular, ortak yazılı sınavların uygulanabilirliği ve etkileri üzerine yapılacak gelecekteki çalışmalar için önemli bir temel sunmaktadır. Daha kapsayıcı ve adil bir sınav sistemi oluşturulabilmesi için öğretmen geri bildirimlerinin dikkate alınması, değerlendirme süreçlerinin gözden geçirilmesi ve öğrenci kaygı düzeyini azaltacak önlemler alınması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Matematik öğretmeni, Ortak yazılı sınav, Öğretmen görüşü

GİRİŞ

Eğitim kavramı eğitimciler tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Ertürk (1979, s. 12), eğitim kavramını bireyin davranışında kendi yaşantısı yoluyla ve kasıtlı olarak istendik değişme meydana getirme süreci olarak, Baykul (2014, s. 3) sadece bireyin kendisi tarafından meydana getirilecek amaçlanmış davranış değiştirme süreci değil, aynı zamanda amaçlanmış davranış değiştirme sürecini de kapsayan ve bu sürece yardımcı olan sistem olarak tanımlamıştır. Bazı eğitimcilerin yaptıkları eğitim tanımlarında da eğitim, bir davranış değiştirme süreci olarak ele alınmıştır (Özçelik, 2014). Tanımlar incelendiğinde, eğitimin insan davranışlarını istenen yönde değiştirmeye yönelik bir sistem işlevi gördüğü anlaşılmaktadır.

Eğitim bütünüyle bir sistem olarak ifade edilirken girdi, süreç, çıktı ve geribildirim mekanizması dikkate alınır. Eğitim sisteminde öğrencilerin eğitimi ile ilgili geribildirim sağlamak amacıyla değerlendirmede bulunabilmek ve eğitim etkinliklerinin amaca ne seviyede ulaştırdığına dair nesnel bir cevap bulabilmek ancak ölçme ve değerlendirme ile mümkündür (Özçelik, 1998, s. 9). Eğitim etkinlikleri sonunda, bazı davranışlar istenen düzeyde kazanılırken, bazıları beklenen düzeye ulaşamamış, bazıları hiç kazanılmamış ve hatta istenmeyen davranışlar ortaya çıkmış olabilir; bu da eğitim süreci sonunda sonuçların kontrol edilmesi gerekliliğini doğurur (Baykul, 2014). Bu bakımdan öğretim sürecinde ölçme ve değerlendirme faaliyetleri önemli yere sahip olup, sürecin ayrılmaz bir parçası olarak görülmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018; Van de Walle, 2019).

Eğitimde ölme ve değerlendirmenin çok çeşitli amaçları bulunmaktadır. Baykul (2014, s. 508) ölçme ve değerlendirme amaçlarının; öğretim programının değerlendirilmesi, öğrenme eksiklerinin saptanması, öğretimin etkililiğinin saptanması, öğrencilerdeki gelişimin izlenmesi ve yöneltme, öğrenci başarısının değerlendirilmesi başlıkları altında toplanabileceğini ifade etmektedir. Öğrenci davranışlarının nicelenmesi amacıyla hazırlanan sınavlar da eğitim süreci ile ilgili kararlar alabilmek için veri elde etmek kastıyla amaçlı olarak hazırlanmış ölçme durumlarıdır. Bu bakımdan eğitim sistemi ile sınavlar arasında güçlü ilişki vardır. Bu ilişki eğitim sisteminin yapısına ve uygulanan programın hedeflerine uygun olmalıdır. (Turgut ve Baykul, 2019, s. 340).

Matematikte sürecin mi yoksa sonucun mu daha önemli olduğuna dair belirsizlik, matematik başarısının nasıl değerlendirileceği konusunu tartışmalı bir hâle getirmektedir. Bu tartışmanın temelinde, ölçme ve değerlendirme süreçlerinde hangisinin ne ölçüde dikkate alınması gerektiğine

dair kararsızlık yer almaktadır. Bununla birlikte tartışma sebebi olan başka bir konu problem çözmenin mi yoksa matematiksel kavramların mı önemli olduğudur. Bu nedenle öğrencinin matematik başarısının öncelikle; problem çözme, matematiksel okuryazarlık, muhakeme etme, kavram bilgisi, işlem becerileri ve akademik benlik alanlarına yönelik olarak ölçülmesi gerekmektedir (Altun, 2018, s. 58).

Her öğrencinin aynı sınavla değerlendirilmesinin ne kadar adil ve geçerli olduğu, eğitim camiasında uzun süredir tartışma konusu olmuştur. Millî Eğitim Bakanlığı, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında, eğitimde bütüncül bir yapı oluşturmak ve kaliteyi izlemek amacıyla ülke genelinde ortak yazılı sınav uygulamasını başlatmıştır. Bu sınavların temel gerekçesi, ölçme ve değerlendirme sisteminde standardizasyon sağlamak ve tüm öğrenciler için eşit öğrenim fırsatları oluşturmaktır. Ancak öğrencilerin yaşadığı çevresel koşullar, eğitim kaynaklarına erişim düzeyleri, iklimsel farklılıklar ve sosyoekonomik durumları gibi pek çok etken, ortak sınavların adil bir değerlendirme aracı olup olmadığını sorgulatmaktadır. Özellikle bazı bölgelerde müfredatın zamanında yetiştirilememesi gibi durumlar, öğrencilerin sınav performanslarını olumsuz etkileyebilmektedir. Millî Eğitim Bakanlığı'nın uygulamaya koyduğu ortak yazılı sınavların, öğretmenlerden ve uygulama sahasından alınan geri bildirimlere göre şekillenme ve sürdürülebilirliğinin değerlendirilme süreci devam etmektedir. Bu bağlamda, öğretmenlerin bu sınavlara ilişkin görüşlerinin ortaya konması, sürecin etkililiği açısından önemli bir yere sahiptir.

Ortak yazılı sınavlar henüz yeni bir uygulama olduğundan, bu konuda literatürde sınırlı sayıda çalışma yer almaktadır. Arduç'un (2024) gerçekleştirdiği çalışmada, öğretmenlerin hazırladığı I. yazılı sınav ile MEB tarafından uygulanan ortak II. yazılı sınav sonuçları karşılaştırılmış ve öğretmen görüşleri alınmıştır. Araştırmada nicel veri olarak 959 öğrencinin sınav puanları okul idarelerinden elde edilmiş, nitel veri olarak ise 18 öğretmenle yapılan görüşmeler analiz edilmiştir. Elde edilen nicel bulgular, öğretmenlerin uyguladığı I. yazılı sınavlardan alınan puanların, MEB'in gerçekleştirdiği II. yazılı sınav puanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Nitel veriler ise öğretmenlerin büyük çoğunluğunun ortak sınav uygulamasına karşı mesafeli yaklaştığını ortaya koymuştur. Öğretmenler, sınav sorularının kazanımlarla genel olarak uyumlu olduğunu ifade etmekle birlikte, bu soruların PISA ve TIMSS örnekleriyle ya da beceri temelli sorularla yeterince örtüşmediğini; daha çok hatırlama ve anlama düzeyinde kaldığını ve 21. yüzyıl becerilerini desteklemediğini dile getirmişlerdir.

Bu araştırmanın amacı, Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından uygulanmaya başlanan ortak yazılı sınavlara ilişkin ortaokul matematik öğretmenlerinin görüşlerini belirlemektir. Çalışma, ortak sınavların gerekliliği, müfredatla uyumu, öğrenci seviyesine uygunluğu, başarı durumu ve soru yapısı gibi çeşitli boyutlarını inceleyerek uygulamadaki eksiklikleri ortaya koymayı hedeflemektedir.

Araştırmanın problem cümlesini "MEB tarafından uygulanmaya başlanan ortak yazılı sınavlara ilişkin ortaokul matematik öğretmenlerinin görüşleri nelerdir?" sorusu oluşturmaktadır.

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Bu çalışmada, nitel araştırma desenlerinden biri olan durum çalışması deseni tercih edilmiştir. Durum çalışması, gerçek yaşamla iç içe geçmiş, güncel bağlamda yer alan bir durumu derinlemesine incelemeyi amaçlayan bir yaklaşımdır (Yin, 2009). Bu tür çalışmalar, belirli bir zaman dilimi veya mekân gibi sınırlandırılmış parametreler çerçevesinde yürütülür. Araştırmacının temel amacı, ele alınan durumu çeşitli veri toplama araçlarıyla ayrıntılı biçimde inceleyerek kapsamlı bir anlayış geliştirmektir (Creswell, 2023). Durum çalışması, özellikle eğitimin farklı yönlerini anlamak ve açıklığa kavuşturmak amacıyla ne, nasıl ve niçin sorularına odaklanan araştırmalarda sıkça kullanılmaktadır (Çepni, 2012). Bu çalışmada da matematik öğretmenlerinin Millî Eğitim Bakanlığı tarafından uygulanan ortak yazılı sınavlara ilişkin görüşlerini ortaya koymak amacıyla durum çalışması deseni uygun bulunmuştur. Öğretmenlerin bu uygulamalara yönelik düşüncelerinin ayrıntılı olarak ele alınması, durum çalışması deseninin tercih edilmesinde etkili olmuştur.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu belirlemede, amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme, belirlenen belirli ölçütleri karşılayan bireylerin araştırmaya dâhil edilmesi esasına dayanır (Patton, 2002). Bu çalışmada temel ölçüt olarak, öğretmenlerin ortak yazılı sınavların uygulandığı 6. sınıf düzeyinde ders veriyor olmaları belirlenmiştir. Bu ölçüt doğrultusunda, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yürütülen ortak sınavlara yönelik öğretmen görüşlerini incelemek amacıyla, 2024-2025 eğitim-öğretim yılının birinci döneminde devlet okullarında ve özel okullarda görev yapan öğretmenlerden çalışma grubu oluşturulmuştur. Katılımcılar, ölçütleri karşılayan ve araştırmacının erişim sağlayabildiği öğretmenler arasından gönüllülük esasına göre seçilen altı kadın öğretmenden oluşmaktadır.

Katılımcıların kimlik bilgileri gizli tutulmuş ve her biri Ö1, Ö2, ..., Ö6 şeklinde kodlanarak çalışmada yer almıştır.

Öğretmen Kodu	Cinsiyet	Okul Türü
Ö1	Kadın	Özel Okul
Ö2	Kadın	Devlet Okulu
Ö3	Kadın	Özel Okul
Ö4	Kadın	Devlet Okulu
Ö5	Kadın	Özel Okul
Ö6	Kadın	Devlet Okulu

Veri Toplama Süreci ve Aracı

Bu araştırmada, nitel veri toplama amacıyla araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış görüşme formu geliştirilmiştir. Görüşme formunun hazırlanmasında ilgili literatür incelenmiş ve sorular, araştırma amacına uygun olarak yapılandırılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu, öğretmenlerin ortak yazılı sınavlara ilişkin görüşlerini çok boyutlu olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır. Görüşme formunda yer alan sorular ve bu soruların hazırlanma amaçları aşağıda sunulmuştur:

Genel görüşün belirlenmesi amacıyla:

1. Ortak yazılı sınavlara yönelik neler düşünüyorsunuz?

Ortak yazılı sınavların gerekliliğini belirlemek amacıyla:

2. Ortak yazılı sınavlar sizce gerekli midir? Nedenini açıklar mısınız?

Ortak yazılı sınavların öğretim programı ile uyumunu değerlendirmek amacıyla:

3. Ortak yazılı sınavlarda yer alan sorular, öğretim programının hedefleri ile örtüşüyor mu? Nedenleriyle açıklar mısınız?

Sınavların öğrenci seviyesine uygunluğunu belirlemek amacıyla:

4. Yapılan ortak yazılı sınavın öğrenci seviyesine uygunluğu hakkında ne düşünüyorsunuz? Ders anlatım sürecinize kıyasla sınav daha kolay mıydı, yoksa daha mı zordu?

Öğrencilerin başarı düzeylerini değerlendirmek amacıyla:

5. Öğrencilerin matematik ortak yazılı sınavındaki başarı durumlarını nasıl değerlendiriyorsunuz? (Normal başarı düzeyleriyle karşılaştırıldığında farklılık var mıydı?)

Öğretmenlerin sorular hakkındaki görüşlerinin ve önerilerinin alınması amacıyla:

6. Sınavı siz hazırlıyor olsaydınız, sorularda değişiklik yapar mıydınız? Cevabınız evetse, ne tür değişiklikler yapardınız?

Hazırlanan görüşme formunun kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla, matematik eğitimi alanında uzman bir öğretim elemanının ve lisansüstü öğrenim gören yedi matematik öğretmeninin görüşleri alınmıştır. Bu uzman görüşleri doğrultusunda bazı sorularda revizyon yapılmış ve form son hâlini almıştır.

Veri toplama süreci, öğretmenlerin farklı ilçelerde ve farklı türdeki okullarda görev yapmaları, zaman ve maliyet kısıtları nedeniyle telefon görüşmeleri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler sırasında araştırmacı tarafından ses kaydı alınmış ve ek olarak görüşme notları tutulmuştur.

Veri Analizi

Araştırmanın nitel analiz sürecinde, öğretmenlerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. İçerik analizi, katılımcı ifadelerinden anlamlı çıkarımlar elde edebilmek amacıyla verilerin sistematik biçimde kodlanması, kategorilere ayrılması ve temalar hâlinde yapılandırılması sürecini kapsar (Büyüköztürk ve ark., 2020). Bu doğrultuda, görüşmelerden elde edilen ses kayıtları ve araştırmacı tarafından tutulan notlar dikkatle incelenmiş ve analiz edilmiştir.

Analiz sürecinde ilk olarak veriler satır satır okunarak anlamlı birimlere ayrılmış, bu birimler doğrultusunda açık kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra benzer kodlar bir araya getirilerek kategoriler belirlenmiş, son aşamada ise bu kategoriler temalar altında birleştirilmiştir. Kodlama ve kategorilendirme sürecinde, alan yazın taraması yapılmış, matematik eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesinin görüşlerine başvurulmuş ve elde edilen temalar, katılımcı teyidi ile desteklenerek araştırmanın geçerliği artırılmaya çalışılmıştır. Kod ve kategorilerin belirlenmesinde araştırmanın amacı ve problemi temel alınmıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel araştırmalarda çalışmanın bilimsel niteliğini artırmak ve güvenilir sonuçlara ulaşmak için geçerlik ve güvenirlik ölçütlerine uygunluk büyük önem taşımaktadır (Creswell, 2023). Lincoln ve

Guba (1985), nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirliği sağlamaya yönelik dört temel kriter önermiştir: iç geçerlik için "inandırıcılık", dış geçerlik için "aktarılabilirlik", iç güvenirlik için "tutarlılık" ve dış güvenirlik için "teyit edilebilirlik".

Bu bağlamda, çalışmanın inandırıcılığını sağlamak amacıyla araştırma sorularıyla doğrudan ilişkili görüşme soruları hazırlanmış, bu sorular alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda gözden geçirilerek son hâline getirilmiştir. Soruların geçerliliğini artırmak için bir matematik eğitimi uzmanı öğretim elemanından ve yedi lisansüstü öğrenim gören matematik öğretmeninden uzman görüşü alınmıştır. Araştırmanın aktarılabilirliği kapsamında, araştırma süreci ayrıntılı biçimde tanımlanmıştır. Bu doğrultuda; araştırma ortamı, katılımcıların belirlenme süreci ve ölçütleri, katılımcıların demografik özellikleri, kullanılan veri toplama araçları ve veri analiz yöntemleri tüm ayrıntılarıyla açıklanmıştır. Bu açıklamalar, benzer çalışmalarda sürecin yeniden uygulanabilirliğine olanak sağlamaktadır. Tutarlılığı sağlamak amacıyla verilerin analizi farklı zamanlarda tekrarlanarak kodlamaların sürekliliği ve bütünlüğü kontrol edilmiştir. Kodlayıcının aynı veriye yönelik tutarlılığı değerlendirilmiş ve tekrar edilen analizler ile iç güvenirlik güçlendirilmiştir. Son olarak, çalışmanın teyit edilebilirliği için verilerin analiz sürecinde bir alan uzmanının görüşlerine başvurulmuştur. Kodlama süreci hem araştırmacı hem de alan uzmanı tarafından gerçekleştirilmiş, bu sayede farklı yorumlayıcılar arasında uyum sağlanarak analizlerin güvenilirliği artırılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada, araştırma problemleri doğrultusunda öğretmenlerin Millî Eğitim Bakanlığı tarafından uygulanan ortak yazılı sınavlara ilişkin görüşlerini derinlemesine ortaya koymak amacıyla altı yarı yapılandırılmış soru yöneltilmiştir. Sorular; öğretmenlerin sınavlara ilişkin genel görüşleri, sınavların gerekliliği, öğretim programı ile uyumu, öğrenci seviyesine uygunluğu, öğrencilerin başarı durumu ve sınav sorularına yönelik öğretmen önerilerini kapsamaktadır. Bu bölümde, öğretmenlerden elde edilen yanıtların analizine dayalı olarak ortaya çıkan bulgulara ayrıntılı biçimde yer verilmiştir.

Öğretmenlerin ortak yazılı sınavlara ilişkin genel görüşlerinin belirlenmesi amacı ile sorulan "Ortak yazılı sınavlar yapılmalı mıdır?" sorusu ile ilgili bulgulara Tablo 1'de yer verilmiştir.

Tablo 1. *Öğretmenlerin Yazılı Ortak Sınavlara İlişkin Genel Görüşleri*

Kategori	Kodlar	Görüş Belirten Öğretmenler	f
Olumlu	Adaleti sağlaması	Ö1, Ö6	2
	Genel değerlendirmeye olanak sağlaması	Ö5, Ö3	2
Olumsuz	Ölçücü olmaması	Ö3	1
	Öğrencilerde kaygı oluşturması	Ö4	1
	Fırsat ve imkan eşitliğine aykırı olması	Ö5, Ö2	2
Nötr	Etkilerinin süreç içerisinde belirlenecek olması	Ö2	1

Tablo 1'de öğretmenlerin ortak yazılı sınavlara ilişkin genel görüşleri, olumlu, olumsuz ve nötr şeklinde kategorize edilerek sunulmuştur. Veriler, öğretmenlerin büyük bir kısmının sınavları genel değerlendirme yapma açısından olumlu karşıladığını, ancak bir kısmının da ölçme geçerliliği ve fırsat eşitliği gibi konularda endişe taşıdığını göstermektedir. Ayrıca bazı öğretmenler, uygulamanın yeni olması nedeniyle etkilerinin zamanla daha net ortaya çıkacağını ifade etmiştir. Bu bulgular, öğretmenlerin ortak yazılı sınav uygulamasına yönelik farklı bakış açılarına sahip olduklarını ortaya koymaktadır.

Tablo 2. *Öğretmenlerin Yazılı Ortak Sınavların Gerekliliğine İlişkin Görüşleri*

Kategori	Kodlar	Görüş Belirten Öğretmenler	f
Gerekli	Adaleti sağlama	Ö1, Ö3, Ö5, Ö6	4
Gereksiz	Değerlendirme belirsizliği	Ö3	1
	Bölgelere göre eğitimin farklılaşması	Ö4, Ö2	1

Tablo 2'de öğretmenlerin ortak yazılı sınavların gerekliliğine ilişkin görüşleri sunulmuştur. Verilere göre katılımcıların çoğunluğu ortak sınavları adaletin sağlanması açısından gerekli bulurken, bazı öğretmenler ise değerlendirme sürecindeki belirsizlikler ve bölgesel eğitim farklılıklarını gerekçe göstererek sınavları gereksiz olarak değerlendirmiştir. Bir öğretmen ise ortak sınavların kısmen gerekli olduğunu, müfredatın ortak olmasına rağmen öğretim sürecinin bölgelere göre farklılaştığını ifade etmiştir. Bu bulgular, öğretmenlerin ortak sınavlara yönelik gereklilik algılarının çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 3.*Yazılı Ortak Sınavların Öğretim Programı İle Uyumuna İlişkin Öğretmen Görüşleri*

Kategori	Kodlar	Görüş Belirten Öğretmenler	f
Uyumlu	Kazanımlara yönelik sorular	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6	6

Tablo 3'te öğretmenlerin yazılı ortak sınavların öğretim programı ile olan uyumuna ilişkin görüşleri yer almaktadır. Katılımcıların tamamı sınav sorularının öğretim programındaki kazanımlara uygun olduğunu ifade etmiştir. Bu durum, sınavların içerik açısından program hedefleriyle tutarlı biçimde hazırlandığına dair öğretmenler arasında güçlü bir görüş birliği olduğunu göstermektedir. Öğretmenler, sınav sorularının belirlenen kazanımları ölçmeye yönelik olduğunu ve programla bütünlük sağladığını vurgulamıştır.

Tablo 4.*Yazılı Ortak Sınavların Öğrenci Seviyesine Uygunluğuna İlişkin Öğretmenlerin Görüşleri*

Kategori	Kodlar	Görüş Belirten Öğretmenler	f
Kolay	Öğrenciler için kolay	Ö3, Ö5, Ö6	4
Zor	Yaptığım sınavlara kıyasla daha zorlayıcı	Ö4	1
	Orta düzey öğrenciler için zorlayıcı	Ö2	1
Değişken	Öğrencilerin seviyeleri bölgelere göre farklılaşmaktadır	Ö1	1

Tablo 4'te öğretmenlerin ortak yazılı sınavların öğrenci seviyesine uygunluğuna ilişkin görüşleri yer almaktadır. Görüşler, sınavın kolay, zor ya da öğrenci profiline göre değişkenlik gösterdiği yönündedir. Görüş belirten altı öğretmenden üçü sınavların öğrenciler için kolay olduğunu ifade ederken, iki öğretmen sınavın zorlayıcı olduğunu belirtmiş, bir öğretmen ise uygunluğun bölgelere göre değişkenlik gösterdiğini ifade etmiştir.

Tablo 5.*Yazılı Ortak Sınavlarda Öğrenci Başarısına İlişkin Öğretmenlerin Görüşleri*

Kategori	Kodlar	Görüş Belirten Öğretmenler	f
Beklenen	Öğrenci düzeyini yansıtma	Ö3, Ö6	2
Beklenenden Yüksek	Düşük seviyedeki öğrencilerin yüksek notlar alması	Ö5	1
Beklenenden Düşük	Değerlendirme belirsizliği	Ö1	1
	Öğrenci heyecanı	Ö2	1
	Öğretim sürecine kıyasla zor sorular	Ö4	1

Tablo 5'te öğretmenlerin ortak yazılı sınavlara ilişkin öğrenci başarı düzeylerine yönelik görüşleri yer almaktadır. Altı öğretmenden ikisi, öğrencilerin sınavda gösterdiği başarının kendi düzeylerini yansıttığını belirtmiştir. Bir öğretmen, düşük seviyedeki öğrencilerin beklenmedik şekilde yüksek puanlar aldığını ifade ederken; diğer üç öğretmen sınav sonuçlarının beklenenden düşük olduğunu dile getirmiştir. Bu görüşlerin gerekçeleri arasında değerlendirme belirsizliği, öğrencilerin sınav esnasındaki heyecanı ve sınav sorularının öğretim sürecine göre daha zor olması yer almaktadır.

Tablo 6.*Yazılı Ortak Sınavlarda Yapılması Gereken Değişikliklere İlişkin Öğretmenlerin Görüşleri*

Kategori	Kodlar	Görüş Belirten Öğretmenler	f
Değişikliğe Gerek Yok	Benzer bir sınav hazırlardım	Ö1	1
Değişiklik Gerekli	Zor soruları orta seviyeye çekilmeli	Ö2, Ö4	2
	Soru sayısı arttırılmalı	Ö3, Ö5	2
	Seçici sorular ile zorluk arttırılmalı	Ö3, Ö5, Ö6	3

Tablo 6'da öğretmenlerin ortak yazılı sınavlara yönelik önerileri doğrultusunda yapılması gerektiğini düşündükleri değişiklikler yer almaktadır. Altı öğretmenden biri sınavın mevcut haliyle yeterli olduğunu ve benzer bir sınav hazırlayacağını ifade etmiştir. Diğer beş öğretmen ise çeşitli değişikliklerin yapılması gerektiğini belirtmiştir. Bu öğretmenlerden ikisi sınavda yer alan zor soruların orta seviyeye çekilmesini önermiş, iki öğretmen soru sayısının artırılması gerektiğini ve eklenen bu soruların daha seçici olması gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca bir öğretmen, sınavın daha seçici hale gelmesi adına bazı soruların zorluk düzeyinin yükseltilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, matematik öğretmenlerinin Millî Eğitim Bakanlığı tarafından uygulanan ortak yazılı sınavlara ilişkin görüşleri incelenmiştir. Bulgular, öğretmenlerin bu uygulamaya yönelik görüşlerinin çeşitlilik gösterdiğini ve bu çeşitliliğin görev yaptıkları okul türüyle ilişkilendirilebileceğini ortaya koymuştur.

Araştırmada yer alan öğretmenlerin büyük çoğunluğu ortak yazılı sınavlara olumlu yaklaşmakta ve uygulamanın genel değerlendirmeye olanak sağladığını, eğitimde adaletin tesisine katkı sunabileceğini ifade etmektedir. Öte yandan bazı öğretmenler ortak sınavların fırsat eşitliği ilkesine aykırı olduğunu, öğrenciler üzerinde kaygı oluşturduğunu ve ölçme açısından yetersiz kaldığını belirtmiştir. Bu durum, Arduç'un (2024) çalışmasındaki bulgularla da paralellik göstermektedir. Arduç, öğretmenlerin kendi hazırladıkları sınavların öğrencilerin düzeyine daha uygun olduğunu ve merkezi sınavların, özellikle merkezi sınav kaygısı ve öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerindeki farklılıklar nedeniyle, beklenen başarıyı sağlamada yetersiz kaldığını belirtmiştir. Bu durum, öğretmenlerin görev yaptığı okul türüne göre ortak sınav uygulamasına yönelik algılarının farklılaştığını düşündürmektedir.

Ortak yazılı sınavların gerekliliğine ilişkin olarak özel okul öğretmenleri, bu sınavların adaletin sağlanması açısından gerekli olduğunu ifade ederken, devlet okulundaki öğretmenler bölgesel ve

pedagojik farklılıklar nedeniyle uygulamanın gereksiz veya kısmen gerekli olduğunu savunmuştur. Bu bulgu, Arduç'un (2024) çalışmasıyla da örtüşmektedir. Arduç'un çalışmasında da öğretmenlerin önemli bir kısmı ortak yazılı sınavların gerekliliğine kuşku ile yaklaşmıştır.

Öğretim programı ile uyum açısından ise tüm öğretmenler sınav sorularının kazanımlara uygun olduğunu ifade etmiştir. Bu ortak görüş, öğretim programının geneli kapsayıcı şekilde algılandığını ve öğretmenler arasında bu konuda bir uzlaşı bulunduğunu göstermektedir.

Öğrenci seviyesi bakımından ise öğretmenlerin görüşleri belirgin biçimde farklılık göstermektedir. Özel okulda görev yapan öğretmenler (Ö3, Ö5, Ö6), sınavın öğrenciler için kolay olduğunu ifade ederken; devlet okulu öğretmenleri (Ö2, Ö4), sınavın öğrencileri zorladığını belirtmiştir. Ö4 sınavın önceki sınavlara kıyasla daha zor olduğunu, Ö2 ise orta düzey öğrenciler için sınavın yeterince anlaşılır olmadığını ifade etmiştir. Bu farklılık, öğretmenlerin görev yaptığı okul türünün öğrenci profili ve öğrenme ortamı ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir.

Benzer şekilde, öğrenci başarılarına ilişkin görüşler de farklılık göstermiştir. Özel okulda çalışan öğretmenlerden Ö3 ve Ö6, sınav sonuçlarının öğrencilerin düzeyini yansıttığını belirtirken; Ö5, düşük seviyedeki öğrencilerin beklenmedik şekilde yüksek notlar aldığını ifade etmiştir. Devlet okulundaki öğretmenler ise öğrencilerin sınav performansını düşük bulmuş; bunun nedenleri arasında sınav heyecanı, zor soru yapısı ve değerlendirme belirsizliği gibi unsurları sıralamıştır.

Sınav sorularına ilişkin değişiklik önerilerinde ise öğretmenlerin çoğunluğu bazı revizyonların yapılması gerektiğini vurgulamıştır. Devlet okulundaki öğretmenler sınavın zorlayıcı olduğunu ve soruların düzeyinin düşürülmesi gerektiğini belirtirken, özel okulda çalışan öğretmenler ise soru sayısının artırılması ve daha seçici soruların eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu bulgu, öğretmenlerin sınavlara ilişkin beklentilerinin görev yaptıkları okul ortamı ve öğrenci profiliyle şekillendiğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, ortak yazılı sınav uygulamasına ilişkin öğretmen görüşlerinin oldukça çeşitli olduğu, bu çeşitliliğin ise öğretmenlerin görev yaptığı kurumun niteliğine göre şekillendiği görülmektedir. Ortak yazılı sınavların daha işlevsel ve adil bir hale getirilmesi için öğretmen görüşlerinin dikkate alınması gerektiği, uygulamanın farklı sosyoekonomik düzeydeki okullarda yaratabileceği etkilerin göz önünde bulundurulmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Daha kapsayıcı ve adil bir sınav sistemi oluşturulabilmesi için öğretmen geri bildirimlerinin dikkate alınması, değerlendirme süreçlerinin gözden geçirilmesi ve öğrenci kaygı düzeyini azaltacak önlemler alınması önerilmektedir. Bununla birlikte eğer ortak yazılı sınav uygulamaları

sürdürülecekse, yalnızca bilgi düzeyini ölçen sorularla sınırlı kalınmamalı; farklı bilişsel düzeyleri kapsayan, düşünme becerilerini geliştiren ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini destekleyen beceri temelli sorulara da yer verilmelidir.

KAYNAKÇA

Altun, M. (2018). *Ortaokullarda matematik öğretimi*. Bursa: Alfa Aktüel.

Arduç, M. A. (2024). Millî Eğitim Bakanlığı ortak yazılı sınavı ile öğretmen yazılı sınavının karşılaştırılması ve öğretmen görüşleri. *EKEV Akademi Dergisi, 99*, 234–249. https://doi.org/10.17753/sosekev.1483026

Baykul, Y. (2014). *Ortaokulda matematik öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2020). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* [Scientific research methods in education]. Ankara: Pegem Akademi.

Creswell, J. W. (2023). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni* (M. Bütün & S. B. Demir, Eds. ve Çev.). Ankara: Siyasal.

Çepni, S. (2012). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler.

Ertürk, S. (1979). *Eğitimde program geliştirme*. Ankara: Yelkentepe Yayınları.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage Publications.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB Basımevi.

Özçelik, D. A. (1998). *Ölçme ve değerlendirme*. Ankara: ÖSYM Yayınları.

Özçelik, D. A. (2014). *Ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Turgut, M. F., & Baykul, Y. (2019). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi.

Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2019). *İlkokul ve ortaokul matematiği: Gelişimsel yaklaşımla öğretim* (S. Durmuş, Çev., 10. baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

REKREASYON AMAÇLI PLAJDA DENİZ ÇÖPLERİ KİRLİLİĞİNİN ALANSAL ve ZAMANSAL YAYILIM YOLLARI: TÜRKİYE, ORTAHİSAR PLAJLARI ÖRNEĞİ

Koray ÖZŞEKER
Karadeniz Technical University, Institute of Marine Science and Technologies,
61080 Trabzon, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-7044-1843

ÖZET

Teknolojik gelişmelerin ve hızla artan endüstriyel üretimin etkisiyle, insan kaynaklı katı atık kirliliği özellikle kıyı çevrelerinde belirgin şekilde artış göstermektedir. Bu çalışma, Trabzon ili Ortahisar ilçesi kıyılarında yer alan ve yaygın olarak kullanılan üç plajda (Ayasofya (T1), Havaalanı (T2) ve Kaşüstü (T3)) deniz çöpleri kirliliğinin boyutunu ve özelliklerini incelemektedir. 2024 yılı boyunca, her mevsimde 50 ila 100 m² arasında değişen kıyı transektlerinde örneklemeler yapılmıştır. Tüm istasyonlar arasında, hem atık sayısı hem de ağırlık açısından en yüksek kirlilik değerleri, Ağustos ayında T1 istasyonunda gözlenmiştir; sırasıyla 54,61 adet/m² ve 442,23 g/m². Tüm istasyonlarda plastik atıklar, toplam atık sayısının %65 ila %92'sini oluşturarak baskın atık türü olmuştur. Ayrıca, belirli dönemlerde hijyenik atıklarda gözle görülür bir artış yaşanmış, bu durum mevsimsel olarak atık bileşiminde önemli değişikliklere yol açmıştır. Atık materyaller başlıca kaynaklarına göre sınıflandırılmış; nehir kaynaklı girdiler %34,16 ile en büyük katkıyı sağlamış, bunu sırasıyla rekreasyon ve turizm faaliyetleri (%32,50), düzensiz atık bertarafı (%18,35) ve diğer küçük ölçekli kaynaklar (%14,99) takip etmiştir. Bulgular, günlük alışkanlıklardaki değişimlerin ve artan plaj kullanımı eğilimlerinin kıyı boyunca görülen atık miktarını ve bileşimini etkilediğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, denizel ekosistemlerde katı atık birikiminin çevresel etkilerini azaltmak adına etkin kıyı atık yönetimi stratejilerine ve kamu farkındalığının artırılmasına olan acil ihtiyacı vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deniz Çöpü, Plastik, Kirlilik, Plaj, Rekreasyon

AREAL AND TEMPORAL PATHWAYS OF MARINE LITTER POLLUTION IN RECREATIONAL BEACH: A CASE STUDY OF ORTAHISAR BEACHES, TÜRKİYE

ABSTRACT

The growing impact of technological advancement and accelerated industrial production has led to a notable increase in human-induced solid waste pollution, especially on coastal environments. This study investigates the extent and characteristics of marine litter pollution on three commonly used beaches located along the coast of Ortahisar distring of Trabzon Province: Ayasofya (T1),

Havaalanı (T2), and Kaşüstü (T3). Seasonal sampling was conducted throughout 2024 within designated coastal transects ranging from 50 to 100 m². Among the sites, the highest waste concentrations in both item count and weight were recorded at T1 during August, with 54.61 items/m² and 442.23 g/m², respectively. Plastics constituted the dominant waste type at all stations, accounting for 65% to 92% of the total debris by count. Additionally, a noticeable rise in hygienic waste was observed during specific periods, significantly influencing the seasonal variation of litter composition. Waste materials were categorized into major sources, with riverine input being the leading contributor (34.16%), followed by recreational and tourism-related activities (32.50%), improper waste disposal (18.35%), and other minor sources (14.99%). The findings underline that shifts in daily habits and increased beach usage patterns have altered the composition and quantity of waste found along the coast. These results highlight the urgent need for effective coastal waste management strategies and enhanced public awareness to mitigate environmental impacts caused by solid waste accumulation in marine ecosystems.

Keywords: Marine Litter, Plastic, Pollution, Beaches, Recreation

1.Introduction

The accumulation of marine litter in coastal environments has become an increasingly critical environmental issue, largely driven by urbanization, tourism, and inadequately managed waste systems. Recent studies emphasize that coastal zones—especially recreational beaches—serve as major deposition sites for anthropogenic debris, primarily plastics, which persist in the environment for extended periods and pose multifaceted ecological and socio-economic risks (UNEP, 2022; Chen et al., 2023).

Plastics dominate marine litter due to their durability, light weight, and widespread usage in consumer products. These materials are not only visually polluting but also threaten marine organisms through ingestion and entanglement, disrupt ecosystem functions, and reduce the aesthetic and recreational value of beaches (Borrelle et al., 2023; Jambeck et al., 2022). Furthermore, the presence of litter on urban beaches has been linked to decreased public satisfaction, potential health hazards, and negative impacts on tourism-dependent economies (Zhou et al., 2022; Saavedra et al., 2023).

Türkiye, with its extensive coastlines and rapidly growing coastal populations, faces mounting challenges in managing beach litter, particularly in touristic provinces along the Black Sea. Trabzon’s Ortahisar district, a region characterized by intensive recreational beach use during

summer months, is increasingly affected by this problem. However, comprehensive scientific assessments addressing the spatio-temporal variability and source dynamics of marine litter in this region remain limited.

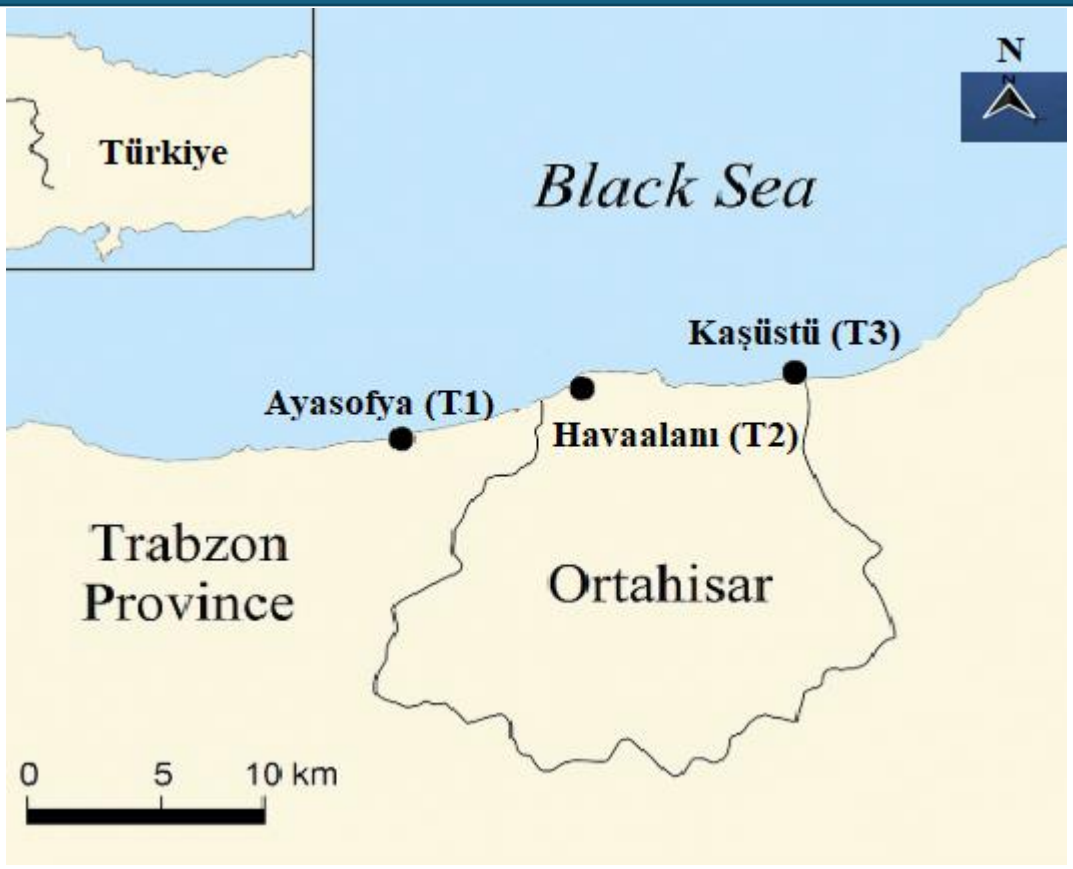
This study aims to investigate the distribution, composition, and primary sources of marine litter on three frequently used urban beaches in Ortahisar—Ayasofya (T1), Havaalanı (T2), and Kaşüstü (T3)—through seasonal surveys conducted throughout 2024. By analyzing litter density and material types across seasonal transects, the study provides updated insights into the patterns and drivers of beach pollution. The outcomes are expected to support local authorities and environmental stakeholders in developing targeted and evidence-based strategies for effective coastal litter management and public awareness initiatives.

2.Material and Methods

This study was conducted on three urban beaches located within the coastal zone of Ortahisar district, Trabzon, Türkiye: Ayasofya (T1), Havaalanı (T2), and Kaşüstü (T3) (Figure 1). These sites were selected based on their high public usage for recreational purposes and accessibility throughout the year.

Sampling was carried out seasonally in 2024 (spring, summer, autumn, and winter) along designated coastal transects ranging from 50 to 100 m² per station, following standardized visual survey protocols (e.g., OSPAR, 2022; UNEP/MAP, 2023). Within each transect, all visible litter items larger than 2.5 cm were collected, counted, and categorized based on material type (e.g., plastic, metal, glass, hygienic waste) and potential source origin (e.g., riverine input, recreational use, improper disposal).

Litter density was expressed both in number of items per square meter (items/m²) and weight per square meter (g/m²) for comparative analysis among stations and across seasons. The collected data were then analyzed to identify spatial and temporal trends in litter accumulation and composition. In addition, visual assessments of surrounding anthropogenic activities and hydrological inputs were considered to support source identification.



To minimize environmental impact, all collected litter from the sampling stations was properly discarded in nearby municipal waste containers. In order to assess whether the data followed a normal distribution, the Kruskal-Wallis test—a widely used non-parametric statistical method—was applied. To identify significant differences between the sampling stations, the Bonferroni correction was employed as a post hoc test following initial statistical comparisons. The principal component analysis (PCA) was utilized to explore patterns and variations among marine litter subcategories, providing insight into the contribution of specific item types to overall pollution trends (Oksanen et al., 2020).

3.Results

A total of 4,261 marine litter items with a cumulative weight of 48.76 kg were collected from three urban beaches,Ayasofya (T1), Havaalanı (T2), and Kaşüstü (T3), during seasonal sampling campaigns conducted in 2024. Litter was recorded at all stations across every season, with notable variation in both quantity and composition depending on site location and time of year. Among all the observations, the highest density values in terms of both number and weight were recorded at

station T3 during autumn, reaching 33.46 items per square meter and 288.58 grams per square meter, respectively (Figure 2).

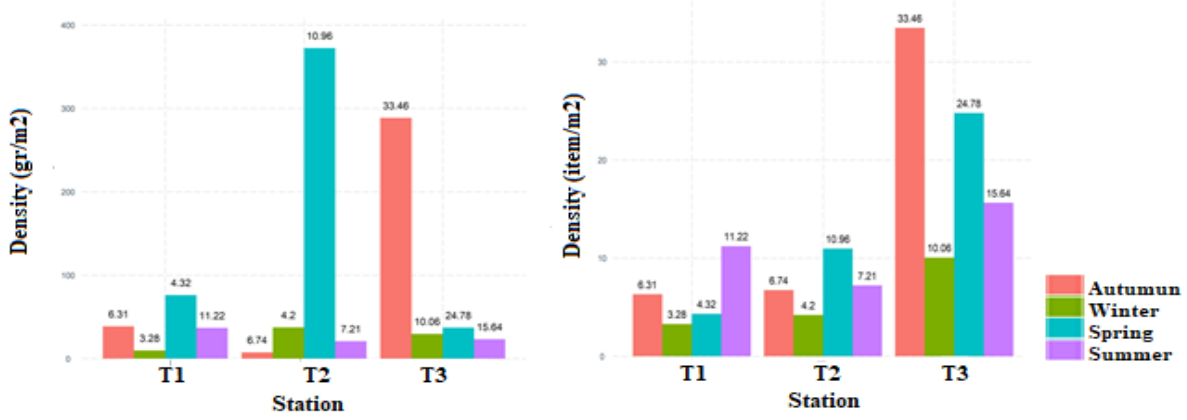


Figure 2. Spatial and temporal distribution of marine litter (number and weight)

Statistical analyses confirmed significant differences among stations (Figure 3). While T3 exhibited a distinctly higher item count, T1 was found to have the highest average weight per square meter, likely influenced by the presence of heavier objects such as tires.

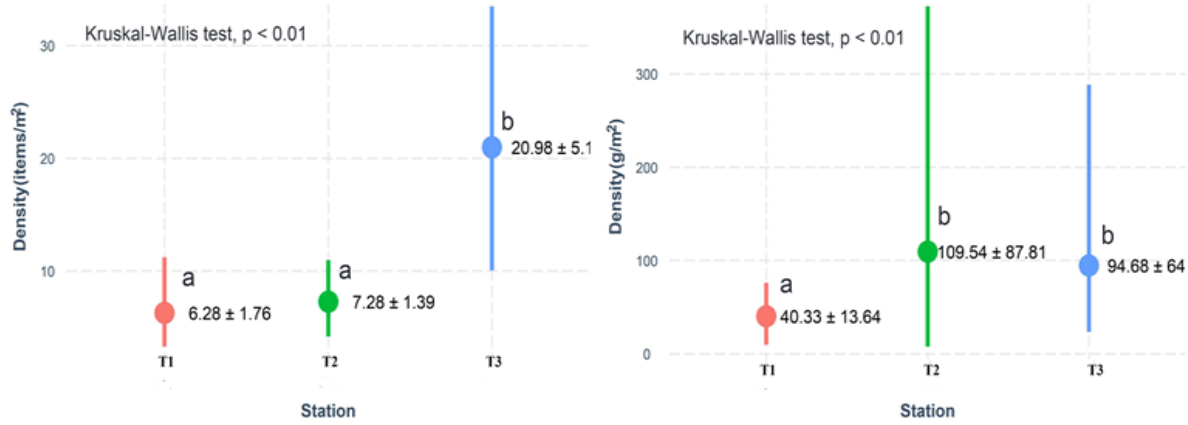


Figure 3. According to number and weight of marine litter assessment as a statistical

Plastic materials dominated the litter composition at all stations and during all seasons, accounting for between 51.21% and 61.42% of total items. The most frequently encountered plastic subcategories included fragments, bags, foams, cigarette lighters, and pipe sections. The highest seasonal plastic ratio was observed at station T2 during winter, whereas the lowest was recorded

at T1 in autumn. Following plastics, metal items were the second most common category, contributing between 13.72% and 25.52% of the total litter. Station T2 again stood out, recording the highest seasonal proportion of metal waste in autumn (25.19%). Additional significant categories included paper products, glass, cloth, medical waste, sanitary items, rubber, and wood. Cloth items peaked at T1 in spring (7.90%), while medical waste reached its highest proportion at T2 in winter (7.86%), likely influenced by pandemic-related personal protective equipment disposal. Glass litter, though less frequent by number, contributed substantially to the total weight due to dense items such as bottles and jars.

Marine litter in the study area was classified into 8 primary categories and 42 subcategories. Based on litter density by item count, the overall order of prevalence was: plastic > metal > paper > glass > medical > cloth > rubber > sanitary > wood (Figure 4). Despite seasonal fluctuations, this order remained relatively stable throughout the year. When considering weight, material density played a more prominent role. For instance, rubber items—especially tires—accounted for a disproportionately large share of the total weight, despite their relatively low occurrence. Plastics, although dominant in number, exhibited varying contributions to overall weight, ranging from 3.41% to 63.91% across seasons. Similarly, metal and textile waste types showed seasonally shifting dominance in total litter mass.

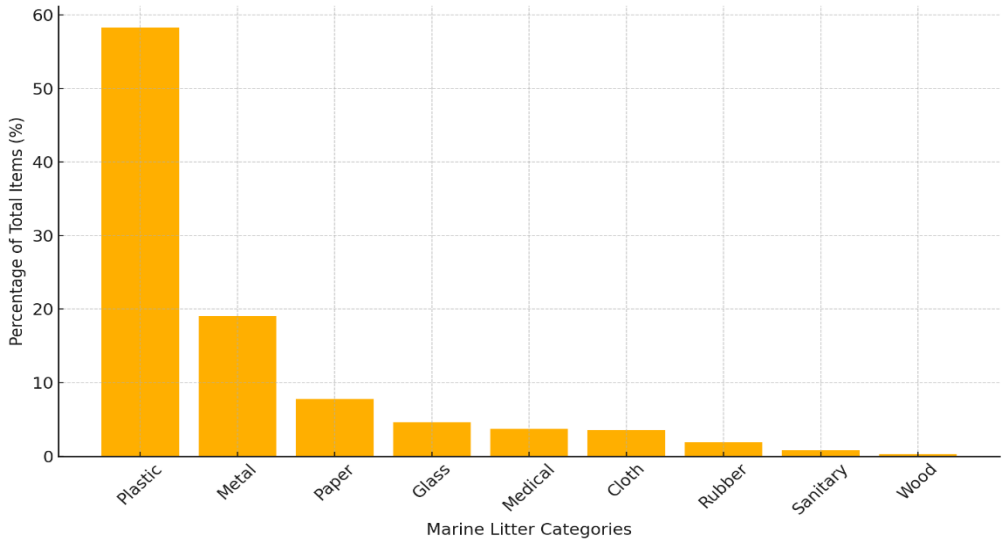


Figure 4. Proportional distribution of marine litter items by main material categories across all stations and seasons.

Multivariate statistical evaluations supported these findings. Principal Component Analysis (PCA) revealed distinct seasonal clustering patterns, with summer characterized by a sharp increase in plastic waste (Figure 5). This trend corresponds with heightened recreational use of the beaches during peak tourist season.

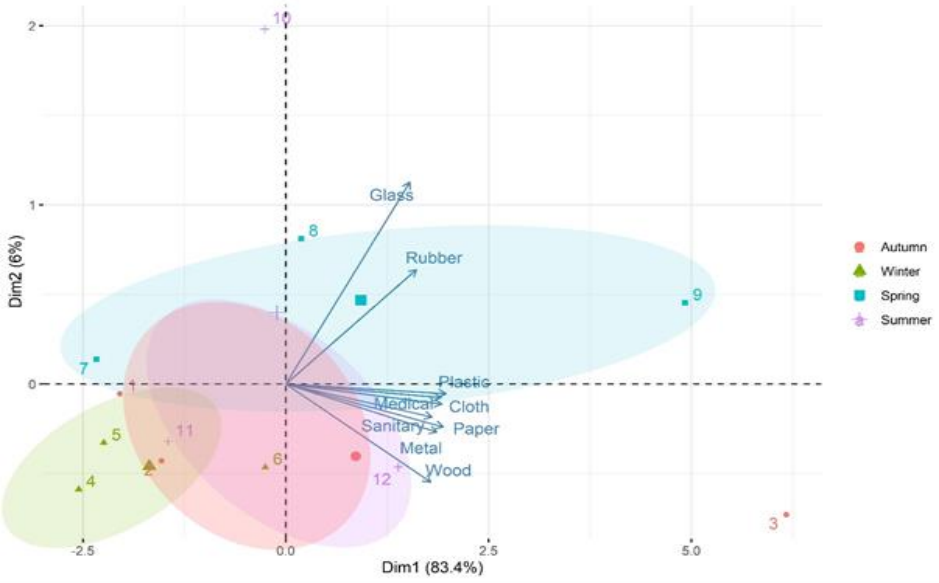


Figure 5. Seasonal variation in marine litter according to PCA analysis

Seasonal comparisons showed that the number of litter items followed the pattern: autumn > spring > summer > winter, while the seasonal weight of litter followed a slightly different order: spring > autumn > summer > winter. These results underscore the importance of evaluating both frequency and material weight when assessing pollution levels. The combined findings indicate that marine litter accumulation is closely linked to human activity patterns, material properties, and site-specific environmental conditions, reinforcing the need for targeted waste management and policy interventions in urban coastal zones.

4.Discussion

The findings of this study reveal that marine litter pollution along the urban beaches of Ortahisar is both spatially and temporally variable, with plastics emerging as the predominant component of debris throughout all seasons and locations. The dominance of plastics aligns with global trends reported in similar studies, where plastic materials are consistently the most abundant due to their widespread use and persistence in the environment (Jambeck et al., 2022; Chen et al., 2023). Their

light weight, buoyancy, and resistance to degradation make them particularly prone to accumulation in coastal zones, especially those under recreational pressure.

The significant differences observed between stations suggest localized influences, including population density, beach accessibility, and proximity to river mouths or urban runoff zones. T3, for instance, recorded the highest litter densities, which may be attributed to its physical openness, popularity among beachgoers, or insufficient waste management infrastructure. Conversely, the elevated weight measurements at T1 were influenced by the presence of heavier items such as vehicle tires, which, although few in number, contributed substantially to the overall weight—highlighting the necessity to evaluate both abundance and mass when assessing pollution loads.

Seasonal dynamics were another crucial aspect of the study. The increased litter abundance in autumn and spring suggests transitional periods of intensified human activity, possibly linked to tourism shoulder seasons or reduced cleanup efforts. Similarly, the peak in plastic waste during summer, revealed through PCA analysis, corresponds with peak recreational use, supporting prior research that associates increased human presence with plastic item proliferation (Saavedra et al., 2023). The temporal spike in medical and sanitary waste—particularly at station T2 in winter—may reflect the lingering effects of the COVID-19 pandemic and associated changes in individual behavior, such as the use of disposable masks, gloves, and disinfectant packaging, as highlighted in recent pandemic-related environmental studies (Balsamo et al., 2022).

The classification of litter into 8 major material categories and 42 subcategories provided a detailed overview of debris types. This granularity enabled the identification of dominant contributors not only in number but also in weight, offering insights into material-specific management needs. For example, the presence of glass, metal, and rubber items, although lower in frequency, suggests poor enforcement of waste disposal regulations and calls for targeted policy actions focused on bulky and industrial waste components.

The statistical analyses confirmed that both spatial and seasonal factors significantly affect litter composition. These patterns highlight the multifactorial nature of marine litter accumulation, influenced by tourism, weather events, nearby river inputs, and public waste disposal habits. Such findings echo the conclusions of Oksanen et al. (2020), who emphasize the importance of multivariate ecological methods in understanding complex pollution profiles.

Taken together, the results underscore an urgent need for integrated coastal waste management strategies that are sensitive to both temporal and spatial dynamics. Public awareness campaigns,

infrastructure improvements, and strict enforcement of environmental regulations are critical to addressing the root causes of marine litter. In particular, interventions targeting high-risk areas such as T3, and seasons with peak litter loads, can contribute significantly to pollution reduction.

5.Conclusion

This study highlights the significant spatial and seasonal variability of marine litter pollution on urban beaches in Ortahisar, Trabzon. Plastic materials were identified as the dominant component of coastal debris, followed by metal, paper, and glass, with notable seasonal peaks associated with recreational activity and improper waste disposal. Multivariate analyses confirmed that both site-specific factors and seasonal dynamics influence litter accumulation patterns. The observed increase in medical and sanitary waste, particularly in winter, reflects ongoing behavioral shifts linked to public health concerns. These findings emphasize the urgent need for integrated coastal waste management strategies, public awareness campaigns, and targeted policy interventions to mitigate the environmental impacts of marine litter along Türkiye's Black Sea coast.

References

Balsamo, F., Catarino, A. I., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2022). Pandemic-related plastic pollution: Environmental implications and challenges. Science of the Total Environment, 820, 153298. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153298

Borrelle, S. B., Law, K. L., Provencher, J. F., & Jambeck, J. R. (2023). Plastic pollution on the world's beaches: New evidence from global assessments. *Marine Pollution Bulletin*, 188, 114569. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114569

Chen, W., Li, J., & Xu, Y. (2023). Seasonal patterns and human influence on coastal litter dynamics in urban beaches. *Science of The Total Environment*, 875, 162600. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162600

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., & Perryman, M. (2022). Challenges and solutions for marine litter management in urban coastal zones. *Nature Sustainability*, 5(7), 593–602. https://doi.org/10.1038/s41893-022-00856-3

Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., et al. (2020). vegan: Community Ecology Package (R package version 2.5-7). https://CRAN.R-project.org/package=vegan

OSPAR. (2022). Guidelines for Monitoring of Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area. OSPAR Commission. Retrieved fromhttps://www.ospar.org/documents?v=34422

Saavedra, M. T., Sobral, P., & Araújo, M. C. B. (2023). Litter pollution and tourism: An analysis of public perception in recreational beaches. *Ocean & Coastal Management*, 234, 106430. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106430

UNEP. (2022). *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution*. United Nations Environment Programme. https://www.unep.org/resources/pollution-solution

UNEP/MAP. (2023). Protocol for Beach Litter Monitoring in the Mediterranean. United Nations Environment Programme / Mediterranean Action Plan. Retrieved from https://www.unep.org/unepmap/

Zhou, M., Zhang, C., & Fan, Y. (2022). Evaluating the influence of seasonal tourism on plastic litter accumulation on coastal beaches. *Journal of Environmental Management*, 318, 115592. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115592

6 ŞUBAT KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDE HASAR GÖREN DEMİRYOLU TÜNELİNİN REHABİLİTASYON ÇALIŞMALARI

Fatih Burak BÜYÜKDEMİRCİ
Aksaray University, Institute of Science, Department of Geology, 68100 Merkez, Aksaray
ORCID: 0009-0001-2828-4725
Mustafa Murat KAVURMACI
Aksaray University, Institute of Science, Department of Geology, 68100 Merkez, Aksaray
ORCID: 0000-0003-3625-9404

ÖZET

Bu çalışma kapsamında 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen depremlerin ardından (Pazarcık Mw:7.7; Elbistan Mw:7.6) Malatya-Narlı konvansiyonel demiryolu hattında deprem yüzey kırığı ile kesişen T3 Tünelinde oluşmuş hasarlar incelenmekte ve demiryolu tünelinin yeniden ulaşıma açılabilmesi adına yapılan rehabilitasyon çalışmaları sunulmaktadır. Kilit taşlı yığma taş kaplama yapıda 1933 yılında inşa edilen T3 Tüneli Adıyaman İli, Gölbaşı İlçesi, Ozan Köyünde bulunmaktadır. Meydana gelen depremlerde Doğu Anadolu Fay Zonunun (DAFZ) segmentlerinden biri olan Erkenek Fayı tarafından kesilen T3 Tüneli üzerinde heyelanlar oluşmuştur. Hem fay tarafından kesilen hem de üzerinde heyelan tetiklenen tünelde deformasyonlar ortaya çıkmış ve tünel içerisinde göçük meydana gelmiştir. Meydana gelen yenilmenin karakterinin ortaya konulması adına ayrıntılı yerinde gözlem çalışmaları, detaylı jeofizik etütler, jeolojik ve jeoteknik araştırmalar yapılmıştır. Yapılan etütler sonucu elde edilen veriler ışığında tünelin rehabilite edilip tekrar kullanılabilir hale getirilmesi için yapılması gereken imalatlar ve bu imalatların yapım metodolojileri belirlenmiştir. Tünel içinden ve tünel üzerinden olmak üzere iki aşamalı bir tasarım yapılmıştır. Öncelikli olarak tünel üzeri meydana gelen ve hareketine devam eden heyelanların önlenmesi amaçlanmıştır. Daha sonra tünel üzeri konsolidasyon enjeksiyonu yapılarak göçük meydana gelen zemin ve portal bölgesinin güçlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu imalatların akabinde ise yeni bir portal yapısı tasarımı yapılmış ve tünel kazı destekleme imalatlarının tamamlanarak göçüğün geçilmesi planlanmıştır. Yapılan tasarım belirlenen imalat aşamalarına uygun şekilde sahada tatbik edilmiş ve devam eden artçı depremlere rağmen 6 ay gibi bir sürede sorunsuz bir şekilde tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Demiryolu Tüneli, 6 Şubat Depremleri, T3 Tüneli, Doğu Anadolu Fay Zonu, Konsolidasyon Enjeksiyonu, Portal, Heyelan

REHABILITATION ACTIVITIES FOR THE RAILWAY TUNNEL DAMAGED DURING THE FEBRUARY 6th KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES

ABSTRACT

This study examines the damages sustained by the T3 Tunnel on the Malatya-Narlı conventional railway line, intersected by the earthquake surface rupture, following the Kahramanmaraş centered earthquakes on February 6, 2023 (Pazarcık Mw:7.7; Elbistan Mw:7.6) and presents the rehabilitation works carried out to reopen the railway tunnel to transportation. The T3 Tunnel, constructed in 1933 with a key stone masonry lining structure, is located in Ozan Village, Gölbaşı District, Adıyaman Province. The T3 Tunnel, which was intersected by the Erkenek Fault, one of the segments of the East Anatolian Fault Zone (EAFZ), experienced landslides during the earthquakes. Deformations occurred within the tunnel, which was both intersected by the fault and subjected to landslide triggers, and a collapse occurred inside the tunnel. Detailed in-situ observation studies, detailed geophysical surveys, geological and geotechnical investigations were conducted to determine the nature of the failure. Based on the geological data obtained from these studies, the necessary works and construction methodologies required for rehabilitating and restoring the tunnel to operational status were identified. A two stage design was developed, including from inside the tunnel and above the tunnel. Primarily, it was aimed to prevent the landslides that occurred and continued to move above the tunnel. Subsequently, it was aimed to strengthen the ground and portal area where the collapse occurred by performing consolidation grouting above the tunnel. Following these measures, a new portal structure was designed, excavation and support works were planned to facilitate passage through the collapsed section. The design was implemented on-site in accordance with the determined construction stages and was completed without any problems in a period of 6 months, despite the ongoing aftershocks.

Keywords: Railway Tunnel, February 6 Earthquakes, T3 Tunnel, East Anatolian Fault Zone (EAFZ), Landslide, Collapse in the tunnel.

GİRİŞ

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen depremlerde (Pazarcık Mw: 7.7; Elbistan Mw:7.6) Türkiye' nin Güney Doğusunda yer alan 11 il ve yaklaşık 120.000 km2' lik bir alan etkilenmiştir. 50 binin üzerinde can kaybının yaşandığı depremlerde 35 binden fazla bina yıkılmış, 17 binden fazla acil yıkılması gereken ve yaklaşık 180 bin ağır hasarlı bina tespit

edilmiştir. Depremlerin ardından yaklaşık 3bin heyelan kaydedilmiş, şehirlerin altyapıları, karayolu ve demiryolu ulaşım ağları zarar görmüştür.

Adıyaman İli, Gölbaşı İlçesi sınırları içerisinde yer alan T3 Tüneli de bu depremler sonrasında zarar görmüş ve Nurdağı-Malatya demiryolu hattı ulaşıma kapanmıştır. Yerinde yapılan saha çalışmaları sonrasında fay hattının tünelin üzerinden geçtiği, tüneli kestiği kesimde göçük oluştuğu ve çıkış portalı üzerinde heyelan meydana geldiği tespit edilmiştir.

Bölgede ilk etapta 8, toplamda yapılan 11 adet jeoteknik sondaj ve jeofizik etütlerden sonra tünel içerisindeki durum, fay-tünel ilişkisi, birim geçişleri ve yeraltı suyu gibi parametreler hakkında gerçekçi veriler elde edilmiştir. Yapılan laboratuvar deneyleri, sahanın modellenmesi sonrası analizlerde kullanılacak malzeme parametrelerinin belirlenmesinde önemli bir yardımcı etken olmuştur. tünelde göçük kesiminde imalatlara başlanılmadan önce, heyelan bölgesinde çalışmalar yapılmasına ve heyelan alanının ıslah edilmesine ve çıkış portalında kazıklı aç-kapa ve strut imalatlarının yapılmasına karar verilmiştir.

Tünel içindeki göçüğün geçilebilmesi için yapılacak çalışmalar, tünel üzeri ve tünel içerisinde olmak üzere iki etaba ayrılmıştır. Tünel üzerinde meydana gelen heyelan hareketinin önlenmesinden sonra, göçük meydana gelen kesimde zeminin tünel üzerinden konsolidasyon enjeksiyonu yapılarak güçlendirilmesi planlanmıştır.

Göçük bölgesi için önce etüt çalışmalarından elde edilen veriler doğrultusunda sahanın modellemesi yapılmış ve malzeme parametreleri belirlenmiştir. Bu doğrultuda yapılan analiz çalışmalarında göçüğün geçilmesi için kazı destekleme imalatları esnasında kullanılacak çelik iksa, çelik hasır tipleri ile püskürtme beton kalınlığı, kullanılacak bulon ve süren tipi ile sayıları belirlenmiştir.

Tünel içerisinde kazı destekleme imalatlarının tamamlanmasından sonra tünel üzerinde boşluk kalıp kalmadığının kontrol edilmesi, göçük meydana gelen zeminin içerden de konsolide edilmesinin sağlanması adına tünel içi konsolidasyon enjeksiyonu yapılmasına karar verilmiştir.

Konsolidasyon enjeksiyonlarının tamamlanmasından sonra ise tünelde taban beton imalatları ile NATM ile açılmış 170 metrelik kesimin nihai beton imalatlarının tasarımları yapılmış ve sahada tasarım ve metodolojisine uygun şekilde tatbik edilerek tünelde imalatlar tamamlanmış ve demiryolu hattı üstyapıya hazır hale getirilmiştir.

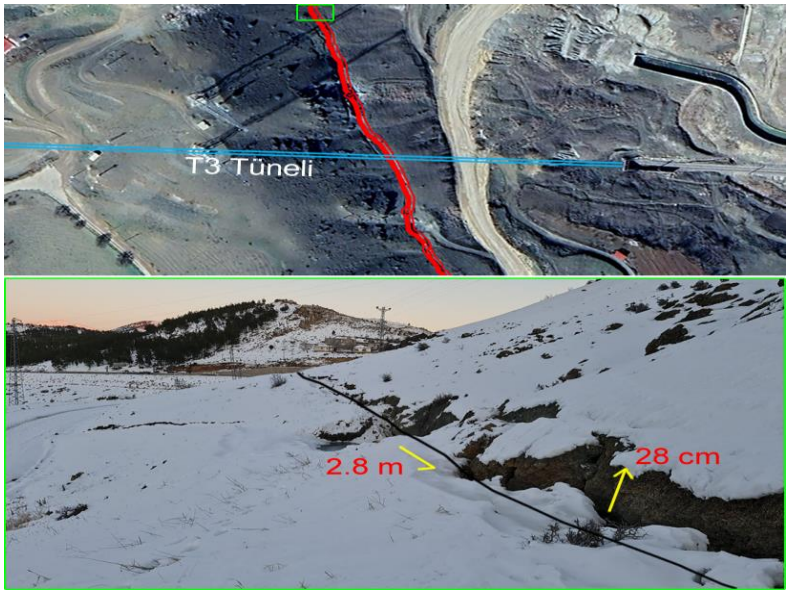
ARAŞTIRMA ve BULGULAR

Tünel çıkış portalı kesiminde 145 metrelik bir kesim taş tahkimat yenilerek kapanmıştır. Göçüğün meydana geldiği bölgede her iki tarafında da taş tahkimatta sökülmeler ve izolasyon malzemelerinde dökülmeler görülmüştür. Tünelin çıkış kesiminde göçük bölgesinde yukarıya doğru yaklaşık 5 metrelik bir açılma olduğu tespit edilmiştir.



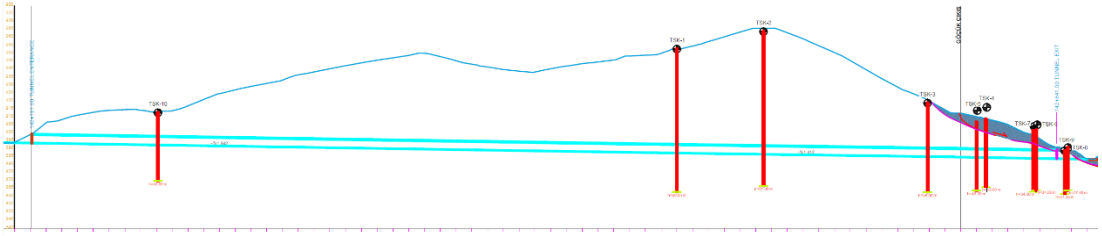
Şekil 1. a) T3 Tüneli geometrisi-b)tünelde meydana gelen göçük-c)raylarda oluşan yükseklik farkı

Tünel üzerinde fay kırığı tespit edilmiş ve tüneli km:142+721' de kestiği belirlenmiştir. Tünel üzerinde gözlemlenen KD-GB uzanımlı fay kırıklarında yaklaşık 3,2 m sol yanal atım ve 30 cm'yi bulan düşey atım ölçülmüştür (Karahan vd. 2025).



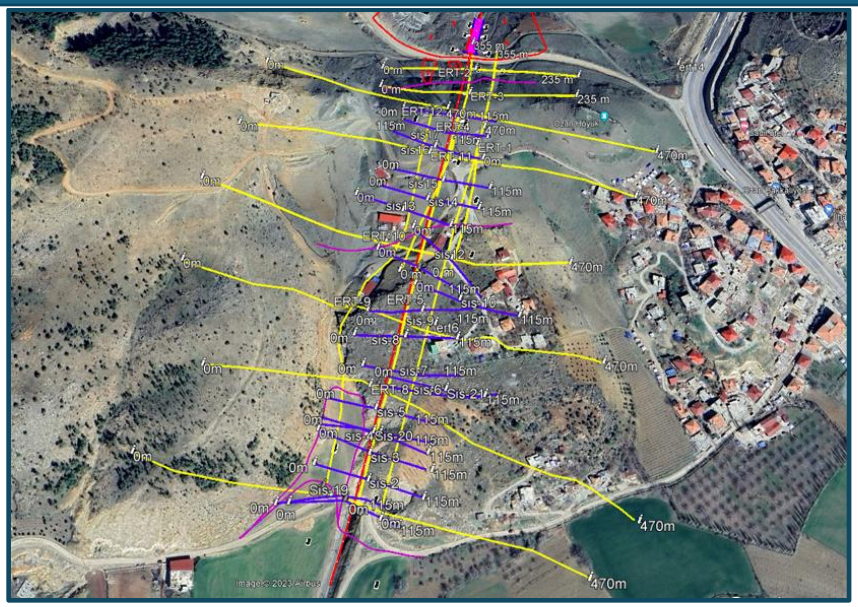
Şekil 2. T3 Tüneli Google earth üzerinde fay kırığının konumu ve fayda gelişen atım miktarları (Karahan vd. (2025)' den alınmıştır.)

T3 Tünel hattı boyunca yapılan araştırma çalışmalarında tünelin çıkış kesiminde farklı uzunluk ve genişliklerde toplamda 4 adet heyelan tespit edilmiştir. Tünel üzeri mevcut durumun ortaya konulması adına uzunluğu 571 metreyi bulan, giriş kesiminde 3 adet ve çıkış kesiminde 8 adet olmak üzere toplamda 11 adet karotlu sondaj yapılması planlanmıştır. laboratuvar deneyleri ile de alınan numunenin fiziksel özelliklerinin tayinine yönelik Su içeriği, birim hacim ağırlık, elek analizi, Atterberg limitlerine bakılması, Kayma dayanımı parametrelerinin (c, Φ) tespit edilmesi amacı ile üç eksenli basınç deneyi (ince taneli kil, silt vb. zeminler için), Kısa dönem için UU (Konsolide edilmemiş Drenajsız) deneyi, uzun dönem için CU (Konsolidasyonlu Drenajsız) ve CD (Konsolidasyonlu Drenajlı) deneyleri, Direk kesme deneyi (kum, seyrek ince çakıllı zeminler için), Serbest Basınç Deneyi (suya doygun kil ve silt zeminler için) ve Veyn Deneyi (Suya doygun kil, silt zeminler için) deneyleri ile birimin şişme özelliklerinin tayin edilmesine yönelik gerekmesi durumunda şişme basınç deneyi, şişme yüzdesinin tayini, Tek eksenli basınç deneyi (kaya birimler için) ve nokta yük dayanım indeksi deneyi (kaya birimler için) yapılması planlanmıştır.



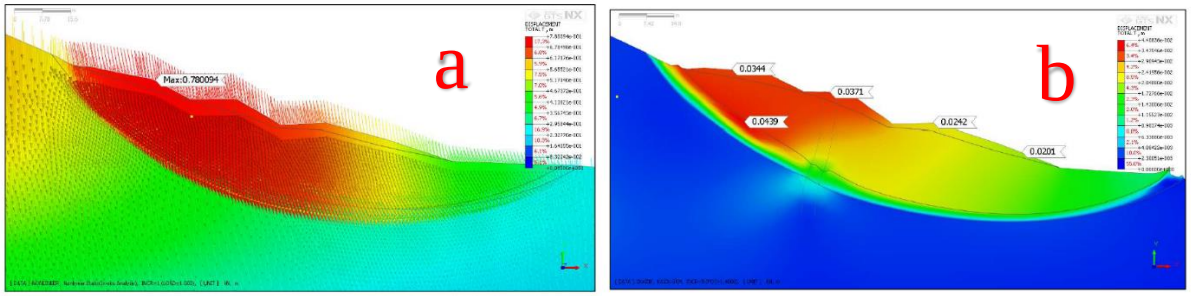
Şekil 3. Tünel Üzeri Sondajların Yerleri

Deprem sonrası durumu daha net ortaya koymak ve yapılan sondaj çalışmalarına destek olması amacı ile bölgede jeofizik etütlere başlanılmıştır. Yapılan jeofizik çalışmalarda iki farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlardan birincisi Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) yöntemidir. T3 Tüneli üzerinde 13 profil, Çıkış Portali heyelan kesiminde 1 profil olmak üzere toplamda 14 profilde Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. T3 Tünel hattında uygulanan bir diğer Jeofizik etüt yöntemi ise 2-Boyutlu Sismik Kırılma Tomografi-Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analiz Yöntemidir. T3 Tüneli üzerinde 21 profil, Çıkış Portali heyelan kesiminde 11 profil olmak üzere toplamda 32 profilde 2-Boyutlu Sismik Kırılma-Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analiz Yöntemi çalışması yapılmıştır.



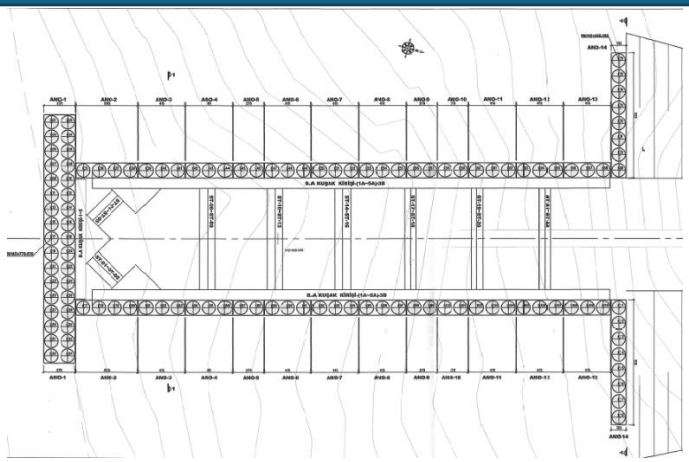
Şekil 4. Çalışma Sahasında Uygulanan Jeofizik Etüt Profilleri (sarı çizgiler ERT, mavi çizgiler Sismik yansıma, kırmızı çizgiler heyelanları, pembe çizgiler birim sınırlarını göstermektedir).

Mevcut durumda var olan heyelanın önlenebilmesi için fore kazıklı bir tutucu tasarımı yapılmıştır. Yapılan tasarım tek sıra, çift, sıra, üç sıra olacak şekilde modellenmiş ve en optimum olanı kullanılmıştır (Karahan vd., 2024)



Şekil 5. a) Mevcut Durum – b) Heyelan Kazıkları sonrası Deformasyon Davranışı

Aç-kapa imalatları esnasında kullanılacak strutlar analizler yardımı ile belirlenmiş ve uygun kalınlık ve çapta kullanılarak imalatları tamamlanmıştır.

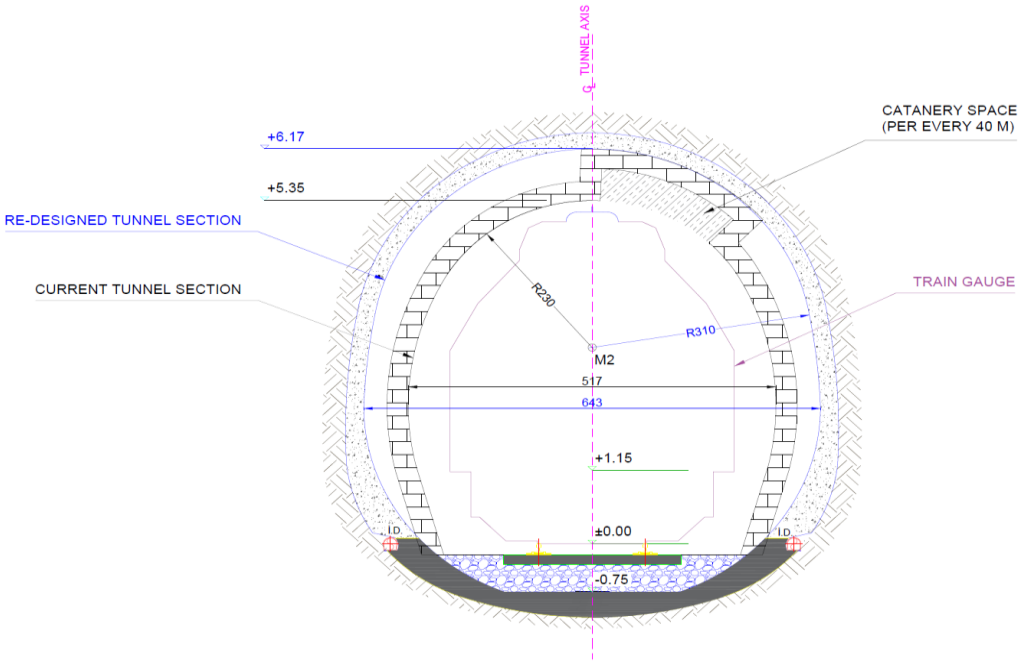


Şekil 6. Strutlara Ait Plan Gösterimi

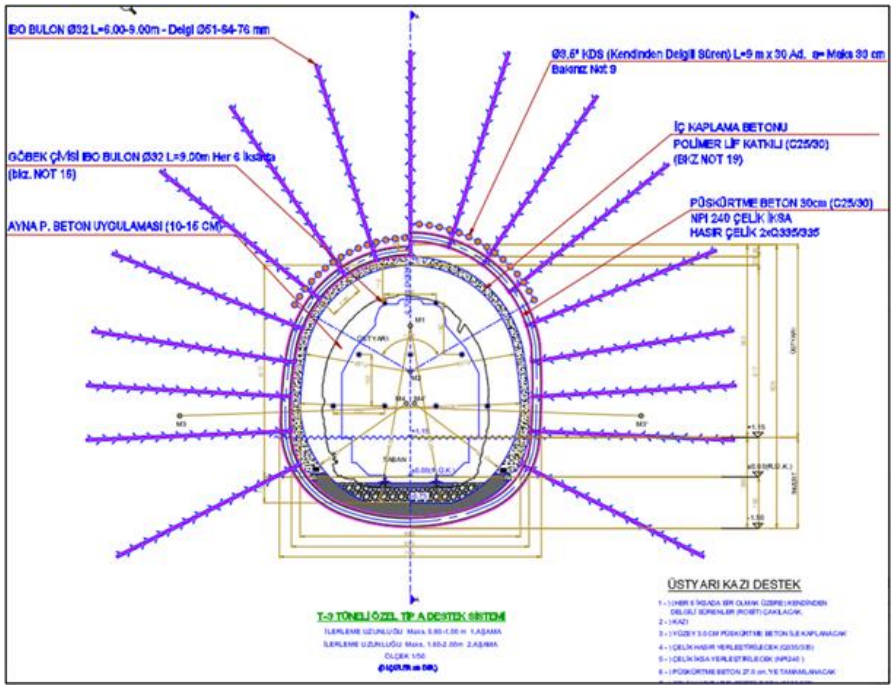


Şekil 7. Strutlara ait imalat fotoğrafları ve aç-kapa tamamlanmış hali

Göçük bölgesinde ise NATM ile kazı destekleme imalatları yapılmıştır. Kazılar eski kazı kesitlerinden bir miktar daha geniş olacak şekilde tasarlanmıştır.

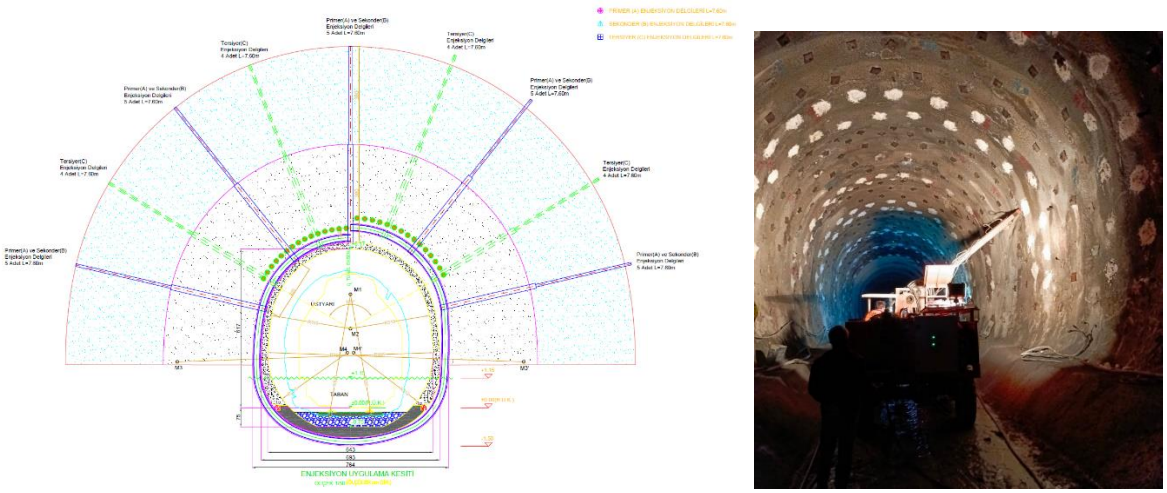


Şekil 8. T3 Tüneli Eski-Yeni Tünel Kesitlerinin Çakıştırılmış Hali (Karahan vd., 2025' ten alınmıştır.)

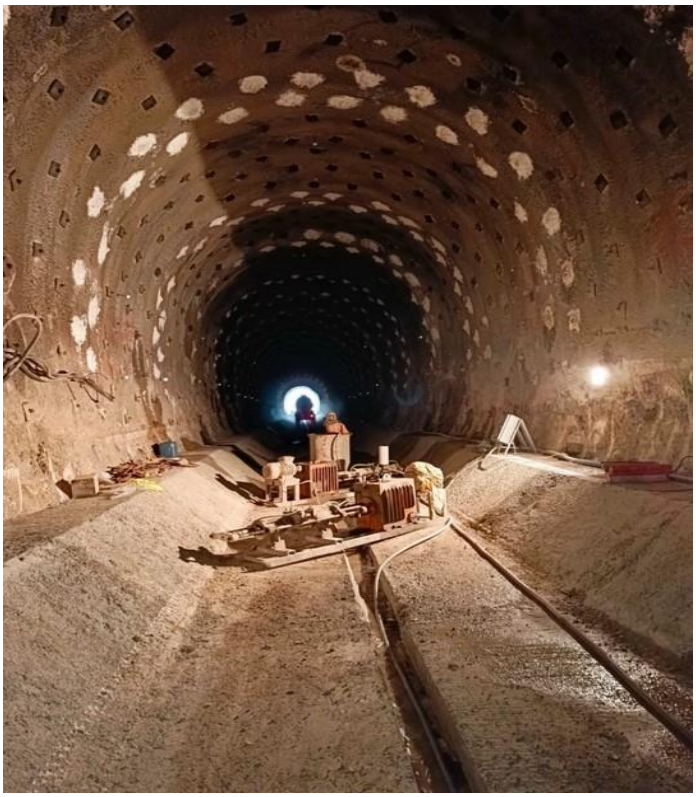


Şekil 9. T3 Tüneli Kazı-Destekleme Sistemi

Kazı destekleme imalatlarının da tamamlanmasının ardından NATM yöntemi ile geçilen 170 metrelik kesimin nihai beton imalatları da tamamlanarak tünel üst yapı imalatlarına hazır hale getirilmiştir.



Şekil 10. Enjeksiyon Uygulama Kesiti ve Tünelde Uygulanması



Şekil 11. Tünelde imalatların tamamlanmış hali

SONUÇ

Aktif faylar tarafından kesilen tünellerde büyük göçmeler, sıkışmalar gibi büyük mühendislik sorunları oluşarak tünelin kullanılamaz hale gelmesine neden olabilirler ve bu tür tünel vakaları literatürde oldukça azdır. Bu çalışmada Kahramanmaraş depremlerinin ardından yüzey kırığı tarafından kesilen, 1930'da Kilit taşlı yığma taş yöntemiyle imalatı tamamlanan T3 Tünelinde oluşan mühendislik problemleri incelenmiştir.

Meydana gelen büyük depremler, şehirlerde binaların yıkılmasının yanı sıra büyük sanat yapılarının ve yer altı açıklıklarının da yıkılmasına veyahut zarar görerek kullanılamaz hale gelmesine neden olmaktadır. Bu durum şehirlerin ulaşım ağları üzerinde olumsuz etki yaratmakla birlikte söz konusu şehirlerde alt yapı hizmetlerinin de aksamasına neden olmaktadır. Bu sebeple depremden etkilenen ulaşım ağlarının süratle onarılması ve alt yapı hizmetlerinin yeniden devreye alınması büyük önem arz etmektedir.

Söz konusu T3 Tüneli Narlı-Malatya hattı üzerinde yer almakta ve çıkarılan cevherlerin İskenderun Limanı'na taşınmasında aktif rol oynamaktadır. Bu hat üzerinde ulaşım ağı kesildiğinden söz konusu cevherler farklı bir güzergah üzerinden, hem daha fazla sürede hem daha fazla maliyetle taşınmaktadır. Bu durum sürdürülebilir değildir ve ulaşım ağındaki hasarlar giderilerek hattın yeniden faal hale gelmesi gerekmektedir.

Hattın hızlıca onarılması için saha çalışmaları ve literatür taraması hızlı bir şekilde yapılmalı, hangi etüt çalışmasından nerede, kaç adet, kaç metre gibi sorulara hızlıca cevap verilerek jeoteknik etüt çalışmalarına başlanılmalıdır. T3 Tünelinde de tüm bunlar hızlıca yapılarak etütlerden elde edilen veriler, laboratuvar deneyleri ile birleştirilmiş ve uygulanacak imalat tipleri belirlenmiştir. Saha araziyi en iyi yansıtacak şekilde modellenerek analizler yapılmış ve detay projeler çıkarılmıştır. Saha da imalatlar esnasında uygulama adımlarına harfiyen uyularak proje metrajları üzerinden imalatlar yapılmış ve binlerce artçı sarsıntının olduğu bölgede çalışmalar sorunsuz şekilde tamamlanmış ve hat ulaşıma açılmaya hazır hale getirilmiştir.

KAYNAKÇA

Karahan, S., Posluk, E., Büyükdemirci, F. B., & Gokceoglu, C. (2025). Re-design of a railway tunnel intersected by surface rupture of the Erkenek fault segment during the 6 February 2023 Pazarcik (Mw 7.7) Earthquake (Türkiye). Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 84(198).

Karahan S., Büyükdemirci B., Gökçeoğlu, C., 2024. 6 Şubat 2023 Türkiye Depremleri Sırasında İki Demiryolu Sanat Yapısının Sismik Performansı ve Rehabilitasyon Çalışmaları, Internatıonal Conference Commemorating The 2023 Kahramanmaras-Turkiye Earthquakes, 6 February 2024, Adiyaman-Golbasi, Turkiye

ISIL KONFOR PARAMETRELERİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME TEKNİKLERİNİN ZAMANSAL GELİŞİMİ

Gülçin Gülsüm KONUK TAŞTAN
Yıldız Technical University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 34349, Beşiktaş, İstanbul
ORCID: 0000-0002-5538-9565
Işıl İPLİK
İstanbul Nişantaşı University, Faculty of Engineering & Architecture, Department of Architecture, 34398, Sarıyer, İstanbul
ORCID: 0000-0003-1768-9847

ÖZET

Tüm canlıların, özellikle de insanoğlunun canlılığını sürdürebilmesi için ısıl açıdan dengede olmaya ihtiyacı vardır. Çünkü insan vücudunun ısı üreten metabolik yapısı sürekli 37°C'de dengede kalmaya programlanmıştır. Bu denge sıcaklığından uzaklaştıkça ortam ve insan vücudu arasındaki ısı alışverişi artar ve ısıl açıdan konforsuzluk başlar. ASHRAE-55 standardına göre ısıl konfor, bireylerin bulundukları fiziksel çevrede ısıl koşullar açısından memnuniyet hissetme durumu ve insanın sağlıklı yaşamına devam edebilmesi için sağlanması gereken bir iç ortam koşuludur. Isıl konforun sağlanması, kullanıcıların hem daha verimli çalışmasına hem de fizyolojik olarak daha rahat hissetmesine katkı sunar. 1700'lü yıllardan itibaren, ısıl konfor mimarlık alanında çalışmaların yürütüldüğü bilimsel bir kavram haline gelmiştir. 20. yy'ın ikinci yarısından sonra iklimlendirme teknolojisinin gelişmesiyle iç ortamda sağlanması gereken ısıl konfor araştırmaları da artmıştır. Bu süreçte hava sıcaklığı, hava devinimleri, bağıl nem, mutlak nem gibi ısıl konfor parametrelerinin ölçme aletleri ve ölçme teknikleri de zaman içinde önemli değişimler göstermiş, hatta, ortalama ışınımsal sıcaklık, giysi yalıtım değerleri, etkinlik düzeyi gibi yenilikçi parametre arayışlarına gidilmiştir. Bununla beraber ısıl konfor öznel bir algıdır ve her kullanıcıda aynı memnuniyet düzeyiyle ortaya çıkmayabilir. Isıl konfor analizlerinde çevresel ve kişiye bağlı parametreler ışığında geliştirilmiş değerlendirme modelleri ve memnuniyet ölçekleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada bahsedilen ölçme teknikleri ve değerlendirme modellerinin zamansal gelişimi incelenmiştir. ASHRAE 55 ve ISO 7730 uluslararası standartlarında yer alan; ısıl konfor ölçme parametreleri ele alınmış, Olygay modelinden adaptif modele uzanan süreç değerlendirilmiş, yerinde ölçme modelleme ve yapay zeka kullanımı teknikleri incelenerek sistematik bir derleme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isıl konfor, ölçme teknikleri, ısıl konfor modelleri, ölçme aletleri

THE TEMPORAL DEVELOPMENT OF MEASUREMENT AND EVALUATION TECHNIQUES FOR THERMAL COMFORT PARAMETERS

ABSTRACT

It is imperative for all living beings, particularly humans, to maintain thermal balance in order to sustain life. This is due to the fact that the human body's thermogenic metabolism is regulated to maintain homeostasis at a constant temperature of 37°C. The occurrence of deviation from this equilibrium temperature gives rise to an increased exchange of heat between the human body and its environment, thereby instigating a state of thermal discomfort. According to the ASHRAE-55 standard, thermal comfort is defined as a state in which individuals experience satisfaction with the thermal conditions of their physical environment. It is an essential indoor condition for maintaining human health. It is evident that the provision of thermal comfort supports users' efficiency and enhances their physiological comfort. The notion of thermal comfort has been recognised as a scientific concept in the field of architecture since the 1700s. Following the mid-20th century, research into indoor thermal comfort increased in line with the development of climate control technology. During this process, both the instruments and techniques used to measure thermal comfort parameters -such as air temperature, air movement, relative humidity, and absolute humidity- underwent significant changes over time. In fact, new parameter explorations were introduced, including mean radiant temperature, clothing insulation values, and activity level. However, it should be noted that the concept of thermal comfort is inherently subjective and may be perceived at varying levels of satisfaction by different users. Thermal comfort analyses employ evaluation models and satisfaction scales that are derived from environmental and personal parameters. The present study examines the temporal development of the measurement techniques and evaluation models mentioned. The thermal comfort measurement parameters outlined in the ASHRAE 55 and ISO 7730 international standards have been examined systematically. Thermal comfort parameters in ASHRAE 55 and ISO 7730 standards are reviewed, the evolution from the Olygay model to the adaptive model is assessed, in-situ measurement modelling and artificial intelligence techniques are examined in a systematic review.

Keywords: Thermal comfort, measurement techniques, thermal comfort models, measurement instruments

1. GİRİŞ

Kendisi de bir ısıl kütle olan insan vücudu, biyolojik bir ihtiyaç olarak ısıl açıdan dengede olmaya ihtiyaç duyar. ASHRAE-55 (2023) standardında ısıl konfor olarak tanımlanan bu denge durumu,

kişinin, içinde bulunduğu ortamda kendini ısıl açıdan rahat hissetmesini sağlar. Isıl konfor, insanın yaşamına devam edebilmesi ve eylemlerinde verimli olması açısından oldukça önemli bir iç ortam koşuludur (Djongyang vd., 2010; Kuchen & Fisch, 2009; Lin & Deng, 2008). Isıl konfor hissi oluşturulmuş iç ortam arayışları oldukça eskiye dayanmaktadır. Tarihi eserlerde bu amaçla yapılmış havalandırma tünelleri ve fan sistemleri vardır (Grinzato vd., 2002; Martínez-Molina vd., 2016). Fakat 20. yy'ın ikinci yarısından sonra iklimlendirme teknolojisinin gelişmesiyle iç ortamda sağlanması gereken ısıl konfor araştırmaları bilimsel bir kimlik kazanmıştır (Auliciems & Szokolay, 1997; Olesen, 1982). Kişinin kendini rahat hissedeceği konfor koşullarının sağlanabilmesi için uygun iç ortam koşullarının belirlenmesi gerekmektedir. İnsan vücudu sürekli olarak enerji ürettiği için çevreyle ısıl etkileşim içindedir. Metabolik olarak üretilen enerjinin bir kısmı fiziksel aktivitelerde kullanılırken geri kalanı ısı kayıpları şeklinde çevreye verilir(Luo vd., 2018; Luo vd., 2016; Zhang vd., 2024). Eğer fiziksel çevre kullanıcısının ısı girdi ve çıktıları eşitlenirse homeotermi, yani kişinin ısıl konforu sağlanmış olur (Fang vd., 2023).

2. ISIL KONFOR PARAMETRELERİNİN ZAMANSAL GELİŞİMİ

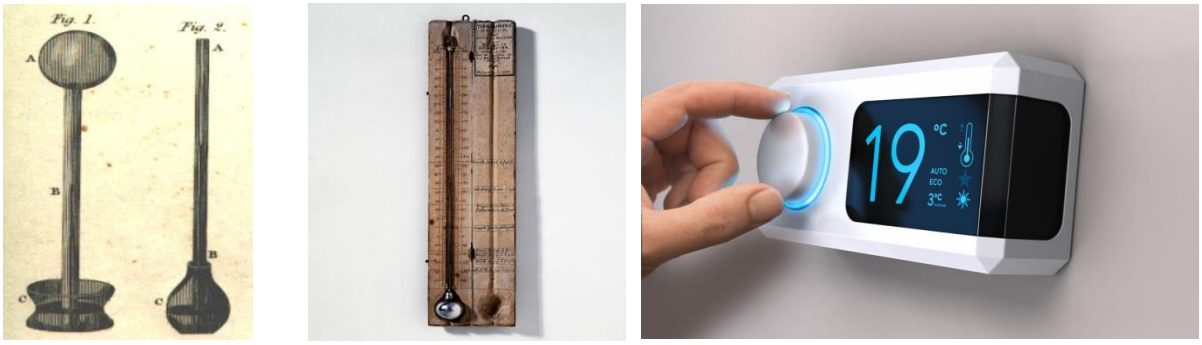
İçinde bulunduğu ortamda ısıl olarak konforlu hissetmek isteyen insanın iki seçeneği vardır. Bunlardan biri çevresinde bazı değişiklikler yapmak, diğeri ise içinde bulunduğu ısıl ortama uyum sağlamak için kendisinde değişimler gerçekleştirmektir. Bu bakış açısıyla ısıl konfor parametreleri çevresel parametreler ve kişiye bağlı parametreler olmak üzere iki başlık altında ele alınmaktadır. Isıl konfor değerlendirmesinin zamansal değişimini takip edebilmek amacıyla; ölçmelerde kullanılan çevresel ve kullanıcıya bağlı parametrelere ve ölçme tekniklerindeki değişimlere yer verilmiştir.

2.1. Çevresel parametreler

Isıl konfora yönelik ilk çalışmalarda hava sıcaklığına bağlı konfor değişimleri ele alınmıştır. Daha sonra hava sıcaklığı ve bağıl nem bir arada değerlendirilmiş, ilerleyen zamanlarda çevresel parametrelere hava devinimleri, ortalama ışınımsal sıcaklık ve operatif sıcaklık eklenmiştir (Karyono vd., 2020).

Hava sıcaklığı: Hava sıcaklığı; havadaki gaz moleküllerinin titreşerek oluşturduğu kinetik enerjidir. Birimi Santigrat, Fahrenheit ve Kelvin'dir. Hava sıcaklığı parametresi, bağıl nemin, hava devinimlerinin, ışınımsal sıcaklık farklarının ısıl konfor üzerinde yaratacağı etkinin temelini oluşturmakta ve insanın çevresiyle yapacağı ısı alışverişini belirlemektedir. İlk sıcaklık ölçümünün 1592 yılında Galileo tarafından geliştirilen termoskopla yapıldığı kabul edilmektedir (Şekil

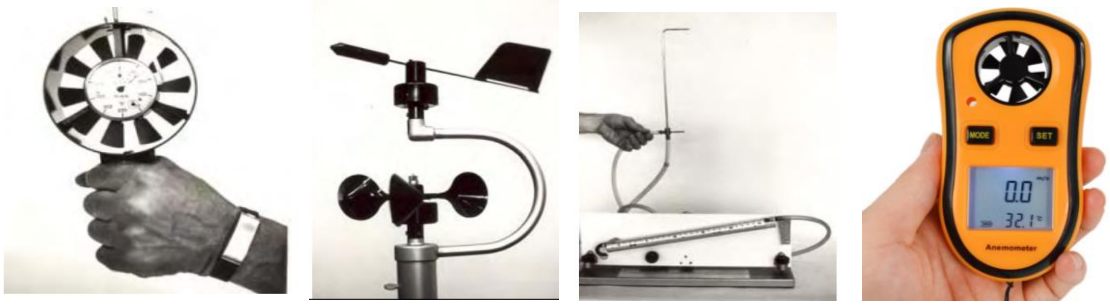
1a)(Auliciems & Szokolay, 1997). Termoskop sıcaklık değişimi ile, bir buğday tanesi kadar ince cam tüpe dolan sıvının hareketi prensibine dayanmaktadır. Üzerinde derecelendirmelerin olduğu civanın kullanıldığı ilk termometre ise 1974 yılında Fahrenheit tarafından geliştirilmiştir (Şekil 1b) (Kaplan, 2019). Uzun yıllar kuru termometre ile yapılan sıcaklık ölçümleri günümüzde sıcaklık algılayan sensörlü dijital termometrelerle yapılmaktadır (Şekil 1c).



(a) **(b)** **(c)**

Şekil 1. (a) Gallieo'nun termokopu **(b)** Fahrenheit'in termometresi **(c)** Dijital termometre (Kaplan, 2019)

Hava devinimleri: Bir ortamda bulunan hava sıcaktan soğuğa, yüksek basınçtan alçak basınca hareket etme eğilimindedir. Ortamda sıcaklık farkı arttıkça hava akımı da artış göstermektedir (Carlucci, 2013). Havada oluşan bu devinim; sıcak havalarda oluşturduğu serinlik hissiyle daha konforlu hissettirirken soğuk havalarda üşüme hissini artırdığı için ısıl konfordan uzaklaşmış hissettirmektedir (Fountain & Arens, 1993). Hava devinimleri, pervane tipi hava akımı ölçer, çanak tipi hava akımı ölçer, basınç ölçere bağlı tüpler ile ölçülmüştür (Auliciems & Szokolay, 1997). Günümüzde rüzgar hızı ölçer (anemometrelere) takılan aparatlar ile dijital olarak ölçmek mümkündür (Şekil 2).



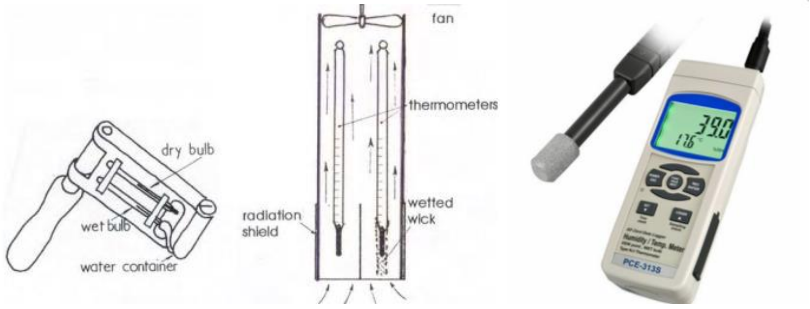
(a) **(b)** **(c)** **(d)**

Şekil 2. (a) Pervane tipi ölçer, **(b)** Çanak tipi ölçer, **(c)** Basınçölçere bağlı tüpler ile ölçüm, **(d)** Dijital anemometre (Auliciems & Szokolay, 1997)

Nem: Havanın taşıyabileceği su miktarı olan nem, basınç ve sıcaklık ile değişmektedir (Carlucci, 2013). Nem, mutlak nem ve bağıl nem olarak ele alınmaktadır. Mutlak nem, havanın birim m^3

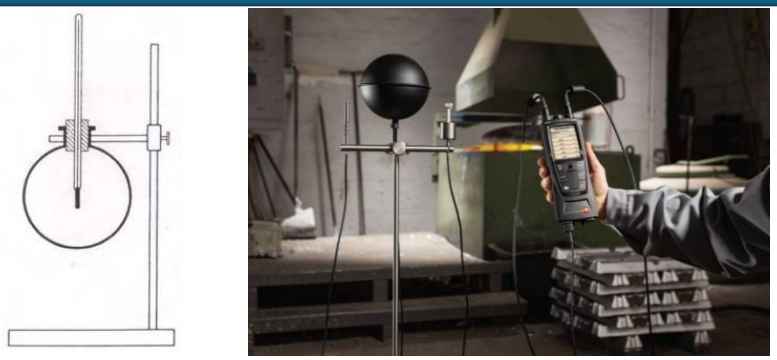
içinde bulunan su miktarıdır. Bağıl nem ise mutlak nemin, havanın bulunduğu sıcaklıkta taşıyabileceği en fazla su buharı miktarına oranıdır (Alıç vd., 2019). Bağıl nem, kuru termometre ile ölçülen sıcaklığın farklı hissedilmesine sebep olur. Yüksek bağıl nem sıcak havada daha bunaltıcı, soğuk havada daha üşütücü etki yapar.

Havadaki nemin miktarı yaş termometre ile ölçülmektedir. Şekil 3'te ölçümlerin tablo yoluyla değerlendirildiği, askı nemölçer ve sallanan nemölçer görülmektedir. Sallanan nem ölçerde yaş termometre ile kuru termometre yan yanadır. Hava kuru olduğunda sallanmanın etkisiyle yaş termometrenin nemi havaya buharlaşır ve termometrenin sıcaklığı düşer. Yaş termometre ile kuru termometre arsında fark ne kadar büyükse "yaş termometre buhranı" olarak bilinen RH değeri o kadar küçüktür (Zorer Gedik, 2020). Günümüzde havadaki nemi dijital higrometrelerin ucuna takıla bir aparat ile ölçmek mümkündür (Şekil 3).



Şekil 3. (a) Sallanan ve askılı nemölçer düzeneği(Auliciems & Szokolay, 1997), **(b)** Dijital nemölçer (higrometre)

Ortalama ışınımsal sıcaklık: ASHRAE-55 (2023) standardında yer alan ifadeye göre ortalama ışınımsal sıcaklık; insan ve onu saran yapı kabuğu arasında ışınım yoluyla oluşan ısı transferini belirlemek üzere çevre yüzeylerin sıcaklıklarının birleşik etkisini ifade eder. Ortalama ışınımsal sıcaklık değeri insanın mekandaki konumuna, duruş biçimine ve çevre yüzeylerin sıcaklığına bağlıdır (Zorer Gedik, 2020). Soğuk cam yüzeyler, ısıtılmayan komşu hacmin duvarı ya da yüksek sıcaklıkta ışınım etkisi olan elektrikli ısıtıcı gibi kontrol edilemeyen yüzeyler ile oluşan ışınım etkisi ısıl konfor hissini azaltabilir. Ortalama ışınımsal sıcaklık siyah küre termometre ile ölçülür (Şekil 4).



Şekil 4. Günümüzde kullanılan siyah küre termometre (Auliciems & Szokolay, 1997)

Siyah küre termometre; ortasında termometre bulunan, 15 cm çapında, siyah bakır bir küreden oluşur. Ölçmeler esnasında siyah küre termometre ölçme yapılacak noktaya konumlandırılarak 15-20 dk ışınım yoluyla ısı alışverişi yapması beklenir ve termometrede değişen değer okunur. Günümüzde dijital ekranda sıcaklık değerleri gözlemlenebilmektedir. Termometrede okunan değer oda sıcaklığından düşükse ölçme yapılan yüzeyin, yüzey sıcak sıcaklığı oda sıcaklığından düşük demektir. Ölçmelerin durgun havada yapılması gerekmektedir, yapılamaması durumunda düzeltme değeri uygulanır.

Operatif sıcaklık: Ortalama ışınımsal sıcaklık ile kuru termometreyle ölçülen hava sıcaklığının ilişkisini belirlemek için kullanılır. Operatif sıcaklık bu iki sıcaklık parametresinin aritmetik ortalamasını ifade etmektedir (Evren & Kılkış, 2015).

2.2. Kişiye bağlı parametreler

Öznel parametreler kişiden kişiye değişen; deri altı yağı, yaş, cinsiyet, genel sağlık durumu gibi öznel durumlar kişinin ısısal konfor hissini etkilemektedir(Corgnati vd., 2007; Nico vd., 2015; Verheyen vd., 2011). Bu sebeple geliştirilmekte olan ısısal konfor modellerinde bahsedilen parametrelerin değerlendirilebildiği uyarlanabilir hesaplama teknikleri ve modellemeler üzerinde çalışılmaktadır. Bu çalışmada kullanıcıya bağlı parametrelerden Fanger modeline göre ısıl konfor denklemine dahil edilmiş kişilerin aktivite durumu ve giysilerin yalıtımı parametreleri ele alınmıştır.

Giysi yalıtım değerleri: Kullanıcıların vücut sıcaklığı ve ortam sıcaklığı arasında denge sağlamaya yönelik yaptıkları kıyafet seçimi ısıl konforu etkilendiğinden, ısıl konfor analizlerinde kullnılabilir olması amacıyla giysilere matematiksel değerler verilmiştir (Butera, 1998). “Clo” cinsinden belirlenen giysilerin yalıtım değerinin birimi °C/w’tır. 1 Clo pamuklu iç çamaşırı üzerine

takım elbise giymiş işadamı kıyafetinin yalıtım değerine denk gelmektedir (Auliciems & Szokolay, 1997).

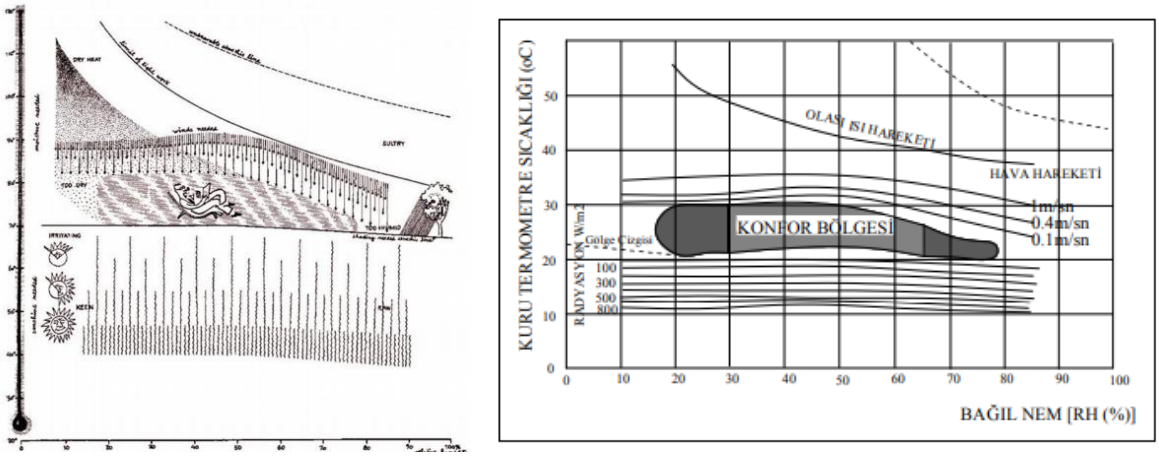
Etkinlik düzeyi: İnsan vücudunun etkinlik düzeyine göre ürettiği ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır. Birimi "Met"tir. 1 Met = 58.15 watt/m²'dir ve dinlenme halindeki insanın metabolik hızını ifade eder (Zorer Gedik & Atmaca, 2020).

Etkinlik değeri ve giysilerin yalıtım değeri laboratuvar ortamlarında yapılan testlerle belirlenmektedir. Isıl konfor ölçmelerinde kullanılan ölçme aletlerinin menülerinden yararlanılarak hesaplamalara dahil edilmektedir.

3. ISIL KONFOR DEĞERLENDİRME MODELLERİNİN ZAMANSAL GELİŞİMİ

Isıl konfor öznel bir algıdır ve bu yönüyle ortak mekanı kullanan tüm kullanıcılar için aynı memnuniyet derecesi ile ifade edilmesi olası değildir. Bölüm 2'de bahsedilen parametrelerin ısıl konforun tanımında geçen "ısıl açıdan konforda hissetme" ölçütünü sağlama durumunu değerlendirebilmek için uzun yıllardır değerlendirme ölçütlerini içeren ısıl konfor modelleri üzerinde çalışılmaktadır. Isıl konforun sadece kuru termometre sıcaklığının ölçülmesiyle ifade edilemeyeceği anlayışı 20. yy'ın başlarına dayanmaktadır. Sıcaklık ve nemin birlikte değerlendirilmesi, efektif sıcaklık kavramının ortaya atılması(Houghton & Yaglou, 1923), hava devinimlerinin efektif sıcaklığa katılması gerektiği(Bedford, 1946), bu parametrelere giysilerin yalıtım değerinin eklenmesi (standart effective temperature) tartışmalarından sonra ısıl konfor alan tanımlamaları ve modelleri geliştirilmiştir.

Olgyay modeli: 1973'te yayınlanan "Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism" isimli kitabında Victor Olgyay mimari çevrenin iklim koşulları ile ilişkisini incelemiş, kişinin içinde bulunduğu iklim parametrelerinin ısıl konforuna etkisini ifade eden "biyoklimatik" konfor kavramını ortaya atmıştır (Olgyay, 1973). Sıcaklık, nem, hava akımı hızı ilişkilerine dayalı biyoklimatik grafikler oluşturmuştur (Şekil 5). Olgyay'ın önerdiği grafik 1991 yılında Marsh tarafından, 1995'te Hobbs tarafından geliştirilmiştir



(a) **(b)**

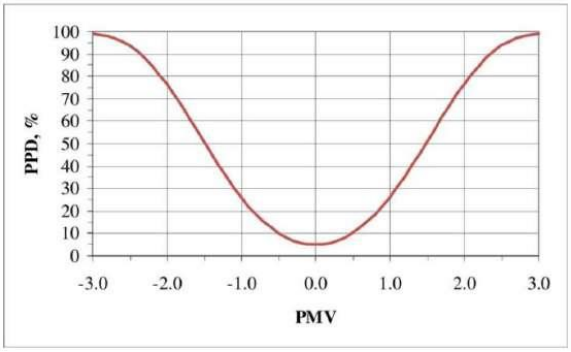
Şekil 5. (a) Olgyay tarafından geliştirilen biyoklimatik konfor grafiği (Salur, 2016) **(b)** Olgyay biyoklimatik konfor grafiği (Altıntaş, 2008)

Fanger modeli: ASHRAE-55 (2023) ve TS EN ISO 7730 (2016) standartlarında yer alan ve en yaygın kullanılan, vücudun ısıl denge durumuna dayalı statik bir modeldir. Hava sıcaklığı, hava akımı, nem, ortalama ışınımsal sıcaklık, etkinlik düzeyi ve giysilerin yalıtım değeri parametreleri değerlendirilerek ısıl konfor hesaplanır. İklimlendirme olan binaların kullanımı için geliştirilmiştir. Üniversite çağında 1300 yetişkin bireyle iklimlendirilmiş binalarda yapılan çalışmalar sonucunda bu hesaplamayı ortaya koymuştur. PMV ve PPD olmak üzere iki değerlendirme ölçütü oluşturulmuştur (Fanger, 1970).

- PMV (Predicted Mean Vote): 0 noktasının nötr kabul edildiği, -3'ten +3'e doğru değişen bir ölçek ile ısıl his tanımlanmıştır (Tablo 1).
- PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied): Isıl memnuniyetsizlik oranının yüzdesel ifadesidir (Şekil 6). %5 değerini aşmaması beklenir.
-

Tablo 1. Isıl algı değerleri (PMV)

Hissedilen Etki	Soğuk	Serin	Hafif Serin	Nötr	Hafif Ilık	Ilık	Sıcak
ASHRAE	1	2	3	4	5	6	7
Fanger	-3	-2	-1	0	1	2	3



Şekil 6. PPD ve PMV ölçeği ilişkisi

PMV ve PPD ölçütlerinin hesaplanması için geliştirilen pek çok çevrimiçi pratik hesaplama aracı vardır (Berkeley University, 2020). Bu hesaplama araçlarını kullanarak göre ısıl konfor parametrelerinde yapılacak değişikliklerin PMV/PPD üzerindeki etkisini ASHRAE-55 (2023) ve ISO 7730 standartlarına uygunluğunu gözlemlemek mümkündür.

Mahoney/Evans modeli: Yıllık ortalama sıcaklık, nem, rüzgar ve yağış değerlerine göre hesaplamalar önerilmiştir. Tasarım aşamasında yapının yönlenmesi açıklıkların boyutu konularında öneriler geliştirmeyi sağlar. Mahoney modeli; sıcak, soğuk ve ılıman iklimler için, gece ve gündüze göre değişen farklı sınır değerler önermektedir. Martin Evans tarafından giysilerin ve hava akımının dikkate alındığı gelişmiş bir modeli oluşturulmuştur (Saberi & Saneei, 2006).

Givoni modeli: Dış ortam koşullarının iç ortamda oluşturacağı konfor koşullarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Sıcaklık ve mutlak nem parametrelerinin değerlendirilmesi ile elde edilir. Yapı kabuğunun performansını da dikkate alarak uygulanacak pasif yöntemlerin tasarımı aşamasında kullanılmaya yöneliktir (Saberi & Saneei, 2006).

Uyarlanabilir (AMV) model: Bu modelin tek girdisi dış hava sıcaklığıdır. Humpreys, ısıl konfor sıcaklığının %95'inin dış ortamdaki ortalama sıcaklık ile ilgili olduğu sonucuna varmıştır. Model tasarım önerisi sunmaz, sadece konfor sıcaklığı hakkında fikir verir (Nicol & Humphreys, 2002).

Uyarlanabilir ortalama tahmini oy (aPMV) modeli: Brager ve de Dear tarafından geliştirilen model ASHRAE-55 (2023) standardında yer almaktadır. Fanger modelinin iklimlendirilmiş binalarda oluşturulması, sınırlı sayıda kullanıcı verisi içermesi, farklı iklim ve yaş grupları verilerinin olmaması sebebiyle PMV ölçütüne alternatif olarak aPMV ölçütü geliştirilmiştir (de Dear & Brager, 2002). PMV ölçütünde kullanılan ısısal parametreler kullanılır. aPMV ölçütü farklı iklim bölgelerinden 21000 kullanıcının katılımı ile oluşturulmuştur. Isıtma-soğutma sistemi olmayan binalar da ele alınmıştır (Zorer Gedik & Atmaca, 2020). İklimlendirilmiş binalardaki kullanıcıların ısıl konfor beklentisi ile doğal havalandırmalı binalardaki kullanıcıların ısıl konfor

beklentisinin aynı olmayacağını, doğal havalandırmalı binalardaki kullanıcıların mevsimsel değişiklikleri kabul etmeye daha yatkın olduğunu öne sürmüş bunun psikolojik adaptasyon olduğunu belirtmiştir. Benzer bir şekilde kullanıcıların mevsim şartlarına ve üşüme sıcaklama durumlarına göre giysilerini değiştirdiklerini bu sebeple sabit veri girişi ile hesap yapmanın doğru olmayacağını bunun da fiziksel adaptasyon olduğunu öne sürmüştür. Geliştirilen ısıl konfor modeli iklimlendirmeli binalar (HVAC) ve doğal havalandırmalı (NV) binalar için ayrı hesaplamalar önermektedir (de Dear & Brager, 2002).

Uyarlanabilir ısıl denge (ATHB) modeli: 2015 yılında Marcel Schweiker ve Andreas Wagner tarafından oluşturulmuştur. aPMV modeli ile Fanger'in ısıl denge modellerini birleşimi olan bir çalışmadır. Camı açma, panjurları kapatma, doğal havalandırma ile yapay havalandırma arasında geçiş yapma gibi durumları ele alır. Doğal havalandırmalı ve mekanik havalandırılmalı binalar için kullanılabilir. Operatif sıcaklık, hava nemi, ortalama ışınımsal sıcaklık, hava akımı hızı, etkinlik düzeyi, giysilerin yalıtım ve ortalama dış hava sıcaklığı parametrelerine göre hesaplamalar yapılır (Schweiker & Wagner, 2015).

Kişiye göre konfor modeli: Joyce Kim, Yuxun Zhou, Stefano Schiavon, Paul Raftery, Gail Brager tarafından 2015 yılında ortaya atılmıştır (Kim vd., 2018). Ortamda bulunan karmaşık kullanıcı gruplarının değil bireysel ısır konforun sağlanmasına yönelik geliştirilmiş bir modeldir. PMV ve aPMV parametrelerin genel kullanıcılı mekanların ortalama ısıl konfor ihtiyaçlarını tahmin etmeye yönelik olduğunu ve bireysel ısıl konfor parametrelerin tahmin edemeyeceklerini iddia etmektedir. Çevresel parametreleri dikkate alır fakat PMV indekslerini yok sayar. Yaş, cinsiyet, beden kitle indeksi ve talep edilebilecek diğer parametrelerin yapay zeka ile makinelere öğretilmesi temeline dayanır (Kim vd., 2018). Henüz ASHRAE ya da ISO standartlarında yer almamaktadır. Gelişmekte olan bir parametredir.

4. ISIL KONFOR ANALİZLERİNİN ZAMANSAL GELİŞİMİ

Isıl konfor ölçme aletleri ve değerlendirme modelleri gibi ısıl konfor ölçme yöntemleri de zaman içinde değişim göstermiştir. Yerinde yapılan ölçmelerin hesap yoluyla değerlendirilmesiyle başlayan süreç teknolojik gelişmelerle birlikte iklim verilerinin kullanıldığı simülasyon programlarında ısıl konfor değerlendirmesine evrilmiştir. Günümüzde makine öğrenmesi yoluyla oluşturulan çözüm kümeleri ve optimizasyon önerileri ile ısıl konfor ölçmelerinin gelişimi devam etmektedir.

4.1. Yerinde ölçme yöntemi

Ölçme aletleri kullanılarak yapılan klasik yöntemdir (Tuncer, 2006). Bu tip ölçmelerde önceki dönemlerde Bölüm 2'de bahsedilen birden fazla ölçme aleti kullanılmakta ve hesaplamalar yardımıyla PMV değeri elde edilmekteyken günümüzde gerekli ölçme aletleri tek bir düzenekte birleştirilmiştir (Şekil 7). Yerinde ölçme yönteminde, test odalarında ölçme ve saha çalışmaları olmak üzere iki temel metot vardır.

Test odaları: Yerden ısıtma, radyatörle, duvardan/tavandan havalandırma gibi HVAC sistemlerin, ısı toplayan duvarların, yapı kabuğunda kullanılan elemanların ısıl konfora etkisi bu yöntemle tespit edilmektedir (Anand vd., 2017; Houghton & Yaglou, 1923; Parlakyıldız, 2017) (Şekil 7).

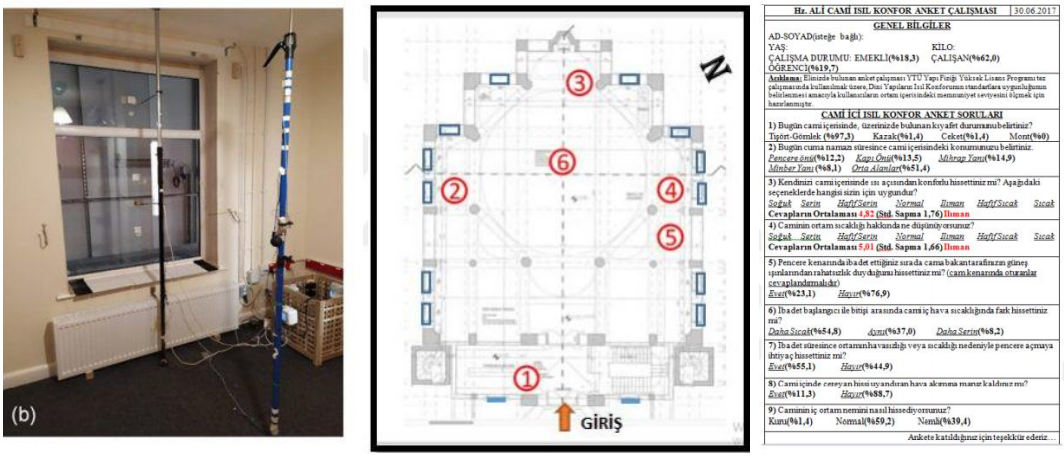




(a) **(b)**

Şekil 7. (a): Birden fazla cihaz ile ölçme (Tuncer, 2006) **(b)** Tek cihaz ile ölçme

Alan çalışmaları + anket: Isıl konforun ölçütlerinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesine yönelik çalışmalarda tercih edilmektedir. Yerinde ölçme için; ölçme alanın geneli hakkında fikir verebilecek uygun hacmin işlevine uygun ölçme noktaları, etkinlik düzeyi ve giysilerin yalıtım değerleri belirlenerek ölçmeler yapılır (Şekil 8). Ölçme sonuçları ile sahada yapılan anket çalışmaları karşılaştırılarak uygun konfor değerleri tartışılmaktadır (Altıntaş, 2008; Atmaca, 2017; Fabbri, 2013; Szabo & Kajtar, 2018; Zoroğlu, 2017)



(a) **(b)** **(c)**

Şekil 8. (a) Houghton (2020)tarafından kullanılan test odası düzeneği **(b)** Atmaca (2017) tarafından belirlenen ölçme noktaları **(c)** Atmaca (2017) tarafından uygulanan anket formu

4.2. Simülasyon yöntemi

Yerinde ölçme anlık bir ölçmedir ve o anki durumla ilgili fikir verir. Fakat ısıl konforu etkileyen parametreler yıl ve gün içinde değişkendir. Bu değişiklikleri örnekleyebilmek adına çok sayıda ölçme yapmak gerekmektedir. Teknolojik ilerlemelerle birlikte geliştirilen simülasyon programları ısıl konfor ölçme ve değerlendirmelerini de kolaylaştırmıştır. Simülasyon yöntemiyle; tüm zaman dilimlerini kapsayan değerlendirmeler elde etmek mümkündür. Yıl içindeki ve gün içindeki farklı zaman dilimlerinde yapılacak hesaplamalar için meteorolojik istatistiklere dayalı iklim verileri kullanılmaktadır. Isıl konforun simülasyon yöntemi ile belirlenmesinde kullanılan programlardan başlıcaları; ENVI-met, EnergyPlus, DesignBuilder, OpenStudio, UrbaWind ve ArchiDynamics olarak sıralanabilir (Anand vd., 2017; Buratti vd., 2017; Esteves vd., 2019; Yun, 2018).

4.3. Yapay zeka yöntemi

Kişiye özel konfor modelinin ortaya çıkması ve yapay zeka alanındaki gelişmeler, enerji tasarrufuna yönelik değerlendirmelerin tekrar ele alınması, ısıl konfor ölçmelerinde otomasyon sistemlerinin geliştirilmesini sağlamıştır (Merabet vd., 2021; Ngarambe vd., 2020). Yapay zeka; insanların algılama, tanılama ve çözüm üretme kabiliyetlerinin makinelere öğretilmesidir (Fetzer, 1990). Bu anlamda ısıl konforun makinelere öğretilmesi sürecini; parametrik işlem kabiliyeti olan programa veri girişlerinin yapılması, optimizasyon beklentilerinin oluşturulması, çözüm kümesinin elde edilmesi olarak basitçe özetlenebilir (Garambe vd., 2020). Veri girişleri için iklim verileri ve kullanıcı profili bilgileri toparlanır, optimizasyon çözümlerinde makinanın etkinliğine karar verilir (denetimli, yarı denetimli, denetimsiz) ve kişiselleştirilmiş ısıl konfor değerlerine anlık ulaşılır

(Atthajariyakul & Leephakpreeda, 2005; Li vd., 2010; Moon & Kim, 2010). Makinelere öğretilmiş bu bilgiler ile kullanıcı hacmi kullanmaya başlamadan uzaktan denetim ile istediği ısıl konfor koşullarının sağlayabilir, gün içindeki parametrik değişiklikler algılanarak HVAC sistemlerin performansını denetlenebilmektedir (Castilla vd., 2013; Wang vd., 2019).

3. Sonuç

Canlılar, yaşamsal fonksiyonlarını devam ettirebilmek için ısıl açıdan dengede olmaya ihtiyaç duyarlar. İnsanların da bu denge ihtiyacı göz önünde bulundurularak ısıl konfor kavramı ortaya atılmıştır. Bu çalışmada ısıl konfor parametreleri ölçme ve değerlendirme tekniklerinin zamansal gelişimi ele alınmıştır. Isıl konfor parametreleri çevresel, kullanıcıya bağlı parametreler incelenmiş, ölçme aletlerinin zamansal gelişimine yer verilmiştir. Isıl konfor tanımı ASHRAE-55 (2023) standartında yer alan tanımından da anlaşılacağı üzere kişisel algılamalara dayanan öznel değerlendirmeler içerir. 20. yy.'ın başından günümüze nesnel parametrelerin oluşturduğu öznel değerlendirmelerinin hesaplanması için pek çok ısıl konfor modeli geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında sıcaklık ve nemin birlikte değerlendirilmesiyle başlayan bu sürecin kişiye özel ısıl konfor modeline kadar gelişi ele alınmıştır. Son olarak ısıl konforun analiz yöntemlerinden bahsedilmiştir. Analiz yöntemleri; yerinde ölçme, simülasyon programlarının kullanılması, yapay zeka yöntemi olarak üç ana başlık altında incelenmiştir. Yapılan çalışma ile ısıl konfor alanında hızla gelişen ölçme ve değerlendirme teknikleri sistematik olarak derlenerek gelecek çalışmalara ışık tutulması amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

Alıç, E., Kaşka, Ö., & Bor, O. (2019). Nem ölçerlerin endüstrideki yeri. Teknik Bilimler Dergisi 9(1), 8-16.

Altıntaş, E. (2008). Termal konfor duyarlılık ölçeğine göre ilköğretim dersliklerinin termal konfor açısından değerlendirilmesi [Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. Trabzon.

Anand, P., Deb, C., & Alur, R. (2017). A simplified tool for building layout design based on thermal comfort simulations. Frontiers of Architectural Research 6(2), 218-230.https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.03.001.

ASHRAE-55. (2023). ASHRAE-55 Thermal environmental conditions for human occupancy (55), Georgia, ABD.

Atmaca, A. B. (2017). Dini yapıların ısıl konfor ve enerji tüketimi açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi: Marmara İlahiyat Cami ve Hz. Ali Cami örnekleri [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. İstanbul.

Atthajariyakul, S., & Leephakpreeda, T. (2005). Neural computing thermal comfort index for HVAC systems. Energy conversion management 46(15-16), 2553-2565.https://doi.org/10.1016/j.enconman.2004.12.007.

Auliciems, A., & Szokolay, S. V. (1997). Thermal comfort. PLEA.

Bedford, T. (1946). Environmental warmth and its measurement. Academic Medicine 21(5), 319.

Berkeley University. (2020). CBE Thermal Comfort Tool. Erişim tarihi: 10 Haziran 2020 https://comfort.cbe.berkeley.edu/
Buratti, C., Palladino, D., & Moretti, E. (2017). Prediction of indoor conditions and thermal comfort using CFD simulations: A case study based on experimental data. Energy Procedia 126, 115-122.https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.08.130.
Butera, F. M. (1998). Principles of thermal comfort. Renewable Sustainable Energy Reviews 2(1-2), 39-66.https://doi.org/10.1016/S1364-0321(98)00011-2.
Carlucci, S. (2013). Thermal comfort assessment of buildings. Springer.
Castilla, M., Álvarez, J. D., Ortega, M. G., & Arahal, M. R. (2013). Neural network and polynomial approximated thermal comfort models for HVAC systems. Building & Environment 59, 107-115.https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.08.012.
Corgnati, S. P., Filippi, M., & Viazzo, S. J. (2007). Perception of the thermal environment in high school and university classrooms: Subjective preferences and thermal comfort. Building & Environment 42(2), 951-959.https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.10.027.
de Dear, R. J., & Brager, G. S. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. Energy and Buildings 34(6), 549-561.https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00005-1.
Djongyang, N., Tchinda, R., & Njomo, D. (2010). Thermal comfort: A review paper. Renewable Sustainable Energy Reviews 14(9), 2626-2640.
Esteves, D., Silva, J., Rodrigues, N., Martins, L., Teixeira, J., & Teixeira, S. (2019). Simulation of PMV and PPD thermal comfort using EnergyPlus. International Conference on Computational Science and Its Applications,
Evren, F., & Kılkış, B. (2015). İnsan Vücudunun Isıl Taklidi ile Oda Tipi Bir Operatif Sıcaklık Ölçerin Tasarımı, Prototip İmalatı ve Kalibrasyonu 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir. https://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2015/04/2015-160.pdf
Fabbri, K. (2013). Thermal comfort evaluation in kindergarten: PMV and PPD measurement through datalogger and questionnaire. Building & Environment 68, 202-214.https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.07.002.
Fang, Z., Zhang, P., Wu, P., Li, L., & Zheng, Z. (2023). Effects of different metabolic rates on thermal comfort in a warmer thermal environment. Journal of Building Engineering 80, 108030.https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.108030.
Fanger, P. O. (1970). Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering.
Fetzer, J. H. (1990). What is artificial intelligence? In Artificial intelligence: Its scope and limits (pp. 3-27). Springer.
Fountain, M., & Arens, E. A. (1993). Air movement and thermal comfort. ASHRAE journal 35(8), 26-30.https://escholarship.org/uc/item/0q03g71s
Garambe, J., Yun, G. Y., & Santamouris, M. (2020). The use of artificial intelligence (AI) methods in the prediction of thermal comfort in buildings: Energy implications of AI-based thermal comfort controls. Energy and Buildings 211, 109807.https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109807.
Grinzato, E., Bison, P. G., & Marinetti, S. (2002). Monitoring of ancient buildings by the thermal method. Journal of cultural heritage 3(1), 21-29.https://doi.org/10.1016/S1296-2074(02)01159-7.
Houghton, C. (2020). Energy house labs, Thermocill. University of Salford Machester. Erişim tarihi: 10 Nisan 2025 https://energyhouselabs.salford.ac.uk/case-studies/thermocill-ksr-consultancy-nw-ltd/
Houghton, F. C., & Yaglou, C. P. (1923). Determining equal comfort lines. Journal of American Society of Heating and Ventilating Engineers 29, 165-176.
Kaplan, O. B. (2019). Sıcaklığı Ölçmek: Termometrenin Tarihi. Tübitak. Erişim tarihi: 18 Nisan 2025 https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/sicakligi-olcmek-termometrenin-tarihi
Karyono, K., Abdullah, B. M., Cotgrave, A. J., & Bras, A. (2020). The adaptive thermal comfort review from the 1920s, the present, and the future. Developments in the Built Environment 4, 100032.https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100032.

Kim, J., Zhou, Y., Schiavon, S., Raftery, P., & Brager, G. (2018). Personal Comfort Models: Predicting İndividuals' Thermal Preference Using Occupant Heating And Cooling Behavior And Machine Learning. Building and Environment 129, 96-106.https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.12.011.
Kuchen, E., & Fisch, M. N. (2009). Spot monitoring: thermal comfort evaluation in 25 office buildings in winter. Building Environment 44(4), 839-847.
Li, C., Zhang, Q., & Mou, T. (2010). The study of neural network in the application of PMV index 2010 International Conference on System Science, Engineering Design and Manufacturing Informatization,
Lin, Z., & Deng, S. (2008). A study on the thermal comfort in sleeping environments in the subtropics—developing a thermal comfort model for sleeping environments. Building Environment 43(1), 70-81.
Luo, M., Wang, Z., Ke, K., Cao, B., Zhai, Y., & Zhou, X. (2018). Human metabolic rate and thermal comfort in buildings: The problem and challenge. Building & Environment 131, 44-52.https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.01.005.
Luo, M., Zhou, X., Zhu, Y., & Sundell, J. (2016). Revisiting an overlooked parameter in thermal comfort studies, the metabolic rate. Energy & Buildings 118, 152-159.https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.02.041.
Martínez-Molina, A., Tort-Ausina, I., Cho, S., & Vivancos, J.-L. (2016). Energy efficiency and thermal comfort in historic buildings: A review. Renewable Sustainable Energy Reviews 61, 70-85.https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.018.
Merabet, G. H., Essaaidi, M., Haddou, M. B., Qolomany, B., Qadir, J., Anan, M., Al-Fuqaha, A., Abid, M. R., & Benhaddou, D. (2021). Intelligent building control systems for thermal comfort and energy-efficiency: A systematic review of artificial intelligence-assisted techniques. Renewable Sustainable Energy Reviews 144, 110969.https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110969.
Moon, J. W., & Kim, J.-J. (2010). ANN-based thermal control models for residential buildings. Building & Environment 45(7), 1612-1625.https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.01.009.
Ngarambe, J., Yun, G. Y., & Santamouris, M. (2020). The use of artificial intelligence (AI) methods in the prediction of thermal comfort in buildings: Energy implications of AI-based thermal comfort controls. Energy & Buildings 211, 109807.https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109807.
Nico, M. A., Liuzzi, S., & Stefanizzi, P. (2015). Evaluation of thermal comfort in university classrooms through objective approach and subjective preference analysis. Applied ergonomics 48, 111-120.https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.11.013.
Nicol, J. F., & Humphreys, M. A. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. Energy and Buildings 34(6), 563-572.https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00006-3.
Olesen, B. W. (1982). Thermal comfort (Vol. 2). Bruel & Kjaer.
Olgyay, V. (1973). Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton University Press.
Parlakyıldız, B. (2017). Yüzeyden Isıtma Soğutmalı Hazır Duvar Elemanının Isısal Konfor Parametreleri Açısından İncelenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. İstanbul.
Saberi, O., & Saneei, P. (2006). Thermal comfort in architecture. Engineering, Environmental Science.
Salur, H. (2016). Avlulu yapılarda termal konfor analizi: Kayseri Köşk Medrese örneği [Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi]. Kayseri.
Schweiker, M., & Wagner, A. (2015). A framework for an adaptive thermal heat balance model (ATHB). Building and Environment 94, 252-262.https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.08.018.
Szabo, J., & Kajtar, L. (2018). Thermal comfort analysis in office buildings with different air-conditioning systems. International Review of Applied Sciences Engineering 9(1), 59-63.
TS EN ISO 7730. (2016). Isıl çevrenin ergonomisi – PMV ve PPD indislerinin hesabını ve bölgesel ısıl konfor kriterlerini kullanarak ısıl konforun analitik olarak belirlenmesi ve yorumu Ankara.
Tuncer, K. (2006). Isıl konforun Fanger yöntemiyle incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. Ankara.
Verheyen, J., Theys, N., Allonsius, L., & Descamps, F. (2011). Thermal comfort of patients: Objective and subjective measurements in patient rooms of a Belgian healthcare facility. Building Environment 46(5), 1195-1204.https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.014.

Wang, Z., Yu, H., Luo, M., Wang, Z., Zhang, H., & Jiao, Y. (2019). Predicting older people's thermal sensation in building environment through a machine learning approach: Modelling, interpretation, and application. Building & Environment 161, 106231.https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106231.
Yun, G. Y. (2018). Influences of perceived control on thermal comfort and energy use in buildings. Energy Buildings 158, 822-830.https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.10.044.
Zhang, Y., Lin, Z., Zheng, Z., Zhang, S., & Fang, Z. (2024). A review of investigation of the metabolic rate effects on human thermal comfort. Energy Buildings, 114300.https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114300.
Zorer Gedik, G. (2020). Isısal konfor 2. In Yapı Fiziği Ölçme Teknikleri Ders Notları. YTÜ FBE Mimarlık ABD.
Zorer Gedik, G., & Atmaca, A. B. (2020). Isısal konfor modelleri (Tahmini ortalama oy/PMV - gerçek ortalama oy/AMV). In Yapı Fiziği Ölçme Teknikleri Ders Notları. YTÜ FBE Mimarlık ABD.
Zoroğlu, F. (2017). Alışveriş Merkezlerinin Isıl Konfor Ve Enerji Tüketimi Açısından Değerlendirilmesi [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. İstanbul.

20. YÜZYILIN İLK YARISINDA AVRUPA RESİM SANATINDAKİ DÖNÜŞÜM: SOYUT SANATIN ÖNCÜSÜ WASSİLY KANDİNSKY

Mustafa DİĞLER
Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Karaman/ TÜRKİYE
ORCID:0000-0002-0784-4463

ÖZET

20. yüzyıl, pek çok alanda olduğu gibi sanat alanında da derin ve köklü dönüşümlerin yaşandığı bir dönem olarak kaydedilmiştir. Bu zaman dilimi, teknik gelişmelerin yanı sıra, sanatın toplumsal yapılar içindeki yerinin sorgulandığı, estetik anlayışların ve temsil biçimlerinin radikal bir değişime uğradığı bir süreçtir. Sanatçılar, dönemin sosyal ve kültürel dinamiklerine yanıt vererek, yalnızca görsel değil, aynı zamanda düşünsel birer üretici haline gelmişlerdir. Bu bağlamda, sanat ve toplumsal değişim arasındaki ilişkiyi incelemek, 20. yüzyılın estetik dönüşümünü anlamak adına önemli bir araştırma alanını oluşturmaktadır.Bu çalışmada, 20. yüzyıldaki toplumsal değişimlerin resim sanatına yansıması kapsamlı bir şekilde ele alınacaktır. Özellikle soyut sanatın doğuşu ve bu sanat akımının, o dönemde var olan diğer sanat anlayışlarıyla olan etkileşimi üzerinde durulacaktır. Bu çerçevede, Wassily Kandinsky'nin soyut resim sanatındaki öncülüğü büyük bir önem taşımaktadır. Kandinsky, sanatsal üretimlerinde yalnızca biçimsel yenilikler değil, aynı zamanda ruhsal ve duygusal derinlikler sunarak, dönemin estetik anlayışına yeni bir boyut kazandırmıştır.Sanat yaşamı boyunca farklı dönemlere ayrılabilen Kandinsky'nin eserleri, onun gelişim sürecini ve çağının sanat anlayışındaki değişimlere nasıl cevap verdiğini yansıtmaktadır. Bu bağlamda, Kandinsky'nin erken dönem çalışmalarından başlayarak, daha olgun dönemine ve nihayetinde soyut sanatın en belirgin örneklerini içeren eserlerine kadar uzanacak bir inceleme yapılacaktır. Her dönemin kendine özgü temalarını, tekniklerini ve felsefi yaklaşımlarını inceleyerek, sanatçının tarihsel bağlamda nasıl bir dönüşüm geçirdiği analitik bir perspektifle ele alınacaktır.Ayrıca, bu araştırma sanatın toplumsal işlevi ve sanatçının rolü konusundaki tartışmalara da bir katkı sağlamayı hedeflemektedir. 20. yüzyılın ilk yarısında yaşanan toplumsal değişimler, savaşlar, ekonomik buhranlar ve kültürel hareketler, sanatın biçim ve içeriğini derinden etkilemiş; sanatçılar bu olaylara cevap vererek kendi anlatımlarını oluşturmuşlardır. Sonuç olarak, bu çalışma, Kandinsky'nin sanat anlayışının ve eserlerinin, dönemin sanatsal ve toplumsal değişimlerine nasıl bir ayna tuttuğunu gözler önüne sermeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: 20. Yüzyıl, Avrupa Resim Sanatı, Dönüşüm, Soyut Sanat, WassilyKandinsky

THE TRANSFORMATION OF EUROPEAN PAINTING IN THE FIRST HALF OF THE 20TH CENTURY: WASSILLY KANDINSKY, PIONEER OF ABSTRACT ART

ABSTRACT

The 20th century has been recognized as a period of deep and radical transformations in the field of art, as well as in many other disciplines. In addition to technical developments, this era questioned the role of art within social structures, leading to radical changes in aesthetic understanding and forms of representation. Artists responded to the social and cultural dynamics of the time, becoming not only visual but also intellectual producers. In this context, analyzing the relationship between art and social change is an important area of research for understanding the aesthetic transformation of the 20th century. This study will comprehensively discuss the reflection of social changes in the 20th century on the art of painting. In particular, the emergence of abstract art and its interaction with other artistic approaches of the time will be emphasized. Wassily Kandinsky's pioneering role in abstract painting is of great significance in this framework. Kandinsky brought a new dimension to the aesthetic understanding of the period by presenting not only formal innovations in his artistic productions but also exploring spiritual and emotional depths. His works, which can be divided into different periods throughout his artistic career, reflect his development process and how he responded to the changing understanding of art in his time. This examination will start with Kandinsky's early works, extend to his more mature period, and finally cover his works that contain the most prominent examples of abstract art. By analyzing the specific themes, techniques, and philosophical approaches of each period, the transformation of the artist in its historical context will be explored from an analytical perspective. Furthermore, this research aims to contribute to the debates on the social function of art and the role of the artist. In the first half of the 20th century, social changes, wars, economic depressions, and cultural movements profoundly affected the form and content of art; artists responded to these events and created their own expressions. As a result, this study aims to reveal how Kandinsky's understanding of art and his works reflect the artistic and social changes of the period.

Keywords: 20th Century, EuropeanPainting, Transformation, Abstract Art, Wassily Kandinsky

1.Giriş

20.yüzyıl, insanlık tarihinin dönüm noktalarından birini temsil ederken, aynı zamanda sanatın da belirgin dönüşüm geçirdiği bir dönemdir. Bu yüzyılda yaşanan toplumsal değişimler, sanatı derinden etkilemiş ve sanatın işlevini, biçimini, içeriğini ve toplumla olan ilişkisini gözler önüne

sermiştir. Sanatın birçok farklı akımla çeşitlenmesi, sanatın yalnızca estetik bir iki boyutlu beğeni nesnesi olmasının ötesine geçmesine ve derin toplumsal ve bireysel anlamlara bürünmesine yol açmıştır. Bu bağlamda, sanatın toplumsal değişimlerle nasıl etkileşimde bulunduğu ve bu etkileşimin sanatın dönüşümü üzerindeki rolü önemli bir araştırma konusudur.

20. yüzyılı şekillendiren olaylar arasında, Birinci ve İkinci Dünya Savaşları, Büyük Buhran, hızlı sanayileşme ve toplumsal hareketler gibi süreçler öne çıkmaktadır. Bu olaylar, yalnızca siyasal ve ekonomik değil, aynı zamanda kültürel ve sanatsal alanlarda da derin etkiler meydana getirmiştir. Özellikle savaşlar, sanatçılara yeni duygu ve düşünce biçimleri geliştirme gerekliliğini doğurmuş, bu da sanatın daha deneysel ve yenilikçi yönlerinin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır.

Savaşlar sırasında ve sonrasında gelişen sanat akımları, toplumların yaşadığı travmayı, belirsizliği ve varoluşsal kaygıları yansıtırken, aynı zamanda insan doğasının karanlık yönlerini de sorgulamıştır. Örneğin, savaşın yıkıcılığına karşı bir tepki olarak ortaya çıkan Dadaizm, geleneksel sanat anlayışlarını sorgulatmış ve sanatın anlamını yeniden tanımlamıştır.

Bunların yanı sıra, modernizm akımları ve sonrasında gelen postmodernizm, sanat alanındaki geleneksel normlara karşı bir başkaldırı niteliği taşımış; soyut sanat gibi yeni üslup ve türler gelişmiştir. Bu akımlar, sanatçılara deney yapma özgürlüğü vermiş ve yeni ifadeler bulmalarını teşvik etmiştir. 20. yüzyılın sanatı hem toplumsal bir yansımayı hem de sanatsal bir arayışı ifade eden çok katmanlı bir yapı haline gelmiştir.

Türkmenoğlu'na (2021;21) göre; “20. yüzyılın başları, Batı sanatında soyut eğilimlerin belirgin bir biçimde ortaya çıktığı bir dönemi temsil etmektedir. Bu süreç, sanatın kendi iç dinamiklerine yönelerek kendine has bir evrim geçirmesi anlamına gelmektedir ve bu dönüşüm, altta yatan zengin düşünsel birikimlerin etkisiyle şekillenmiştir. Ayrıca, soyut sanatın yükselişinde, yeni bir tarihsel ve toplumsal çağın doğuşunu tetikleyen çeşitli nedenlerin de önemli rolleri bulunmaktadır. Örneğin, Kandinsky'nin 1910'lu yıllardaki eserlerinde gördüğümüz soyut unsurlar, bu dönemde Avrupa'da gerçekleşen bilimsel ve teknolojik ilerlemelere, aynı zamanda hızlı endüstriyel dönüşümlere paralel bir gelişim göstermektedir.”

Bu bildirinin temel amacı, 20. yüzyılın ilk yarısında Avrupa resim sanatındaki dönüşümü ve bu dönüşümde Kandinsky gibi öncü sanatçıların rolünü incelemektir. Özellikle soyut sanatın ortaya çıkışı ve gelişimi, bu dönemde sanatçılar tarafından topluma sunulan farklı bakış açıları ve etkili sanat eserleri ile ele alınacaktır.

Bildiri, Kandinsky'nin çağının ruhunu nasıl yakaladığı, sanat anlayışının nasıl dönüşüm geçirdiğini ve bunun sonucunda soyut sanatın kabulü ile diğer sanat akımlarıyla ilişkisinin nasıl şekillendiği üzerinde yoğunlaşacaktır. Kandinsky'nin eserleri, toplumsal değişimlerin ve karmaşık duygusal durumların sanatsal bir dile dönüşümünü gözler önüne sererken, bu bağlamda ele alınması gereken pek çok konu ve yaklaşım bulunmaktadır.

Bildirinin önemi, yalnızca Kandinsky'nin kişisel sanat yolculuğunu incelemekle kalmayıp, aynı zamanda dönemin sosyal ve kültürel dinamiklerini anlamaya da katkıda bulunmasındandır. Bu bağlamda, sanatın toplumsal bir işlevi olduğunun altı çizilecek ve sanatın sadece bir estetik unsuru olmaktan çıkarak sosyal bir iletişim aracı haline geldiği vurgulanacaktır.

Bildirinin yapısı, 20. yüzyılın ilk yarısında Avrupa resim sanatındaki dönüşümün ve Kandinsky'nin bu süreçteki rolünün derinlemesine incelenmesine olanak tanıyacak şekilde düzenlenmiştir. İlk olarak, yüzyılın başında gelişen sanat akımları ve bu akımların toplumsal değişimlerle olan ilişkisi ele alınacaktır. Burada, empresyonizm, sürrealizm, ekspresyonizm gibi önemli akımların yanı sıra, bu akımların sanat camiasındaki yansımaları ve toplumda yarattığı etki hakkında bilgi verilecektir. Sonrasında, soyut sanatın kökenleri ve tanımı üzerine kapsamlı bir inceleme yapılacaktır. Bu bölümde, soyut sanatın ortaya çıkış nedenleri, temel özellikleri, diğer sanat akımlarıyla olan ilişkileri ve sanat dünyasının algısındaki yeri hakkında tartışmalar yer alacaktır.

Ardından, Wassily Kandinsky'nin yaşamı, sanat anlayışı ve dönemsel eserleri detaylı bir şekilde incelenecektir. Kandinsky'nin soyut sanata katkıları ve onun öncülüğündeki gelişmeler, bu bölümde merkezi bir yer tutacaktır. Kandinsky'nin sanatındaki dönemsel değişimleri analiz etmek, yalnızca kendisi için değil, aynı zamanda dönemin sanatı için de önemli bir referans noktası oluşturacaktır.

2. 20. Yüzyılın İlk Yarısında Avrupa Resim Sanatındaki Dönüşüm

20.yüzyılın ilk yarısı, Avrupa resim sanatı açısından önemli ve çeşitli dönüşümlerin yaşandığı bir dönem olarak dikkat çekmektedir. Bu süre zarfında sanat akımları arasında belirgin geçişler görülmüş ve birçok sanatçı toplumsal, kültürel ve siyasi olaylardan ilham alarak yenilikçi ve çığır açan yaklaşımlar geliştirmiştir.

Dönemin en belirgin özelliklerinden biri, modernizmin yükselişi ve geleneksel sanat anlayışlarının sorgulanmasıdır. Sanatçılar, I. Dünya Savaşı'nın getirdiği çalkantılar, sosyal değişimler ve endüstriyel dönüşüm gibi faktörlerden etkilenerek, ifade tarzlarını çeşitlendirmiş ve sanatsal

deneyimlerini yeniden yorumlamışlardır. Bu bağlamda, Empresyonizm, Sürrealizm, Dadaizm gibi akımlar, dönemin ruhunu yansıtan önemli yapı taşları haline gelmiştir.

Aynı zamanda, soyut sanatın ve soyut dışavurumculuğun ortaya çıkışı, sanatın yalnızca gerçekliği yansıtmakla kalmayıp, sanatçının içsel duygularını, düşüncelerini ve deneyimlerini de ifade etme aracı haline geldiğini göstermektedir. Bu yenilikçi yaklaşımlar, izleyicilerin sanata bakış açısını değiştirmiş ve sanatın toplumsal işlevi üzerine yeni tartışmalar başlatmıştır.

20. yüzyılın ilk yarısı, sadece görsel sanatlardaki dönüşümle değil, aynı zamanda bu dönüşümün arkasındaki toplumsal dinamiklerle de şekillenen çok boyutlu bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.1. Sanat Akımlarının Gelişimi

20. yüzyılın başları, sanatın hem biçimsel hem de kavramsal olarak dönüşmekte olduğu bir dönemdi. Geleneksel sanatın normlarına meydan okuyan çeşitli akımlar ortaya çıkmış ve her biri sanat tarihine önemli katkılarda bulunmuştur.

20.yüzyılın başları, sanatın hem biçimsel hem de kavramsal açıdan önemli bir dönüşüm sürecine girdiği bir dönem olarak nitelendirilmektedir. Bu dönemde, geleneksel sanat normlarına meydan okuyan çeşitli akımlar, sanatsal ifadenin sınırlarını zorlayarak her biri sanat tarihine kayda değer katkılar sağlamıştır.



Görsel 1-Pablo Picasso,Ayna Önündeki Kız, 1932, 162,3 x 130,2 cm, T.Ü.Y.B. Museum of Modern Art New York

Bu dönüşüm, özellikle sanayileşme, şehirleşme ve I. Dünya Savaşı gibi toplumsal olayların etkisiyle hız kazanmıştır. Sanatçılar, bu değişimlerin getirdiği yeni sosyal ve kültürel dinamikleri yorumlarken, geleneksel sanat öğelerini sorgulamaya ve yenilikçi ifade biçimleri arayışına girmişlerdir. Örneğin, Kübizm, perspektifin düzleştirilmesi ve şekillerin parçalanmasıyla mekân

algısını yeniden tasarlamış; Sürrealizm ise bilinçaltının ve hayallerin keşfine odaklanarak gerçeklik anlayışını sorgulamıştır.

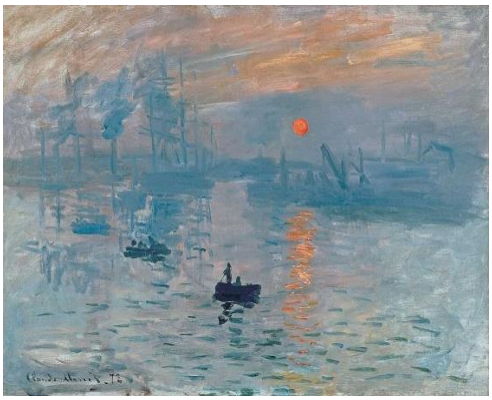
Ayrıca, Fütürizm ve Dadaizm gibi akımlar, hız, makine ve anarsizme vurgu yaparak sanatın anlamını radikal bir biçimde değiştirmeyi hedeflemiş, sanatın geleneksel işlevlerini ve estetik kurallarını sorgulamıştır. Bu sanat akımları, bir yandan sanatın politik ve toplumsal işlevini vurgularken, diğer yandan izleyicileri pasif tüketicilikten aktif katılımcılığa geçişe teşvik etmiştir.



Görsel 2- Marcel Duchamp, Fontein, 1917,"R. Mutt" imzalı porselen bir pisuvar

20. yüzyılın başları, sanatın ve sanatçının toplum içindeki rolünü derinlemesine sorgulayan, sanat tarihi açısından dönüm noktaları oluşturan ve yenilikçi düşüncelerin yaygınlaşmasına neden olan bir çağ olarak öne çıkmaktadır. Böylece, bu dönemde sanat, sadece bir estetik ifade aracı olmaktan çıkarak, bireylerin ve toplumların düşünce yapısını şekillendiren bir güç haline gelmiştir.

2.1.1. Empresyonizm



Görsel 3-Claude Monet, Gün Doğumu, 1872, 48 x 63 cm,T.Ü.Y.B. MuseeMarmottan Monet Paris

Empresyonizm, 19. yüzyılın sonlarında ortaya çıkmış bir akım olmakla birlikte, 20. yüzyılın başlarında etkisini sürdürmeye devam etmiştir. Empresyonist sanatçılar, dış dünyayı ve ışığın

değişen durumlarını anlık bir gözlemle yakalamaya çalışmışlardır. Claude Monet'in "Impression, Sunrise (Gün Doğumu)" adlı eseri bu akımın adını almasını sağlayan bir çalışma olarak kabul edilmektedir. Işığın değişkenliği ve doğanın anlık durumunu yakalama isteği, sanatçıları daha spontane ve özgür bir ifade tarzına yönlendirmiştir. Claude Monet, Pierre-Auguste Renoir ve Edgar Degas gibi sanatçılar, renklerin ve ışığın oyunlarına odaklanarak, doğayı ve gündelik yaşamı farklı bir bakış açısıyla sunmuşlardır.

Serullaz'e (1998;64) göre; "Monet'inGün Doğumu tablosunun yarattığı etki kısa sürede yayılmış, İzlenimcilikakademik resimlerin kuralcı üslubunu kırmış, Nesnelere hacim etkisi veren konturyerine birbirinden ayrı, tek, tek fırça dokunuşlarını kullanmışlardır. Perspektifkullanılmamış, onun yerine ufka kadar uzanan dereceli tonlar ve renk çeşitlerindenyararlanılmıştır. Güçlü ışık-gölge alanları yerine sadece prizmatik renklerkullanmışlardır. Boya maddelerini palette karıştırmak yerine iki saf rengi tuval üzerindeyan yana koymayı yeğlemişlerdir. Fizik alanında Newton ve Chevreul"un renk üzerineyaptıkları deneylerden de etkilenmişlerdir"

Ersoy'un (1995;101) ifadesine göre; "O güne kadar sürekli atölyede resim yapan sanatçılar, doğayı yakındangözlemleyebilmek için açık havada çalışmaya başlamış, doğanın renklerinindeğiştiğini, özellikle çimlerin yeşil olduğunu keşfetmişlerdir, çünkü çimlerin o günekadar resimlerde hep kahverengi tonları ile canlandırılmıştır."

Empresyonizmin temel prensiplerinden biri, anlık izlenimlerin yakalanmasıdır. Sanatçılar, fırça darbeleriyle doğadaki anlık hareketi ve ışık oyunlarını resmetmişlerdir. Bu yaklaşım, izleyiciye eserin içinde bulunduğu anı hissettirirken, aynı zamanda duygusal bir deneyim sunmaktadır. Empresyonist sanatçılar, geleneksel kompozisyon kurallarını bir kenara bırakarak daha özgür ve spontane bir ifade tarzı geliştirmişlerdir.

Bilimsel çalışmaların sanattaki ilkyansıması İzlenimcilerde olmuştur. Bazin (1998;428) bu durumu şöyle açıklamaktadır:"İzlenimciler yüzyılın bütün teknik araştırmalarını miras olarak devraldılar vearaştırılıp durmuş olan siyah ve kahverengi renkleri bir yana bırakarak beyaz tuvallerüzerine resim yapma tekniğini buldular. Çizgisiz hacimsiz ve sadece katıksız renginmesajını doğrudan doğruya veren bir resim yaptılar"

2.1.2. Ekspresyonizm



Görsel 4-James Ensor, Ölümle Yüzleşen Maskeler, 1888, 81,5 x100,3 cm. T.Ü.Y.B. Özel Kolleksiyon

Sabahat'a (2012;17) göre; "1900'lü yılların ilk çeyreği, toplumsal yaşamın karmaşasının geniş bir şekilde yayıldığı, büyük imparatorlukların çöküş sürecine girdiği ve özellikle Avrupa'da toplumsal dinamiklerin altüst olduğu bir dönem olarak öne çıkmaktadır. Birinci Dünya Savaşı'nın ayak seslerinin duyulduğu bu zaman diliminde, resim sanatında da pek çok yeni akım ardı ardına ortaya çıkmıştır. Bu yeni akımlardan biri olan ekspresyonizm, 1890'lı yıllarda Edvard Munch, James Ensor ve Gustav Klimt gibi sanatçılar tarafından başlatılmıştır."

Beksaç'a (2000;111) göre; "Ekspresyonizm, bir akım olmanın ötesinde, çeşitli sanat anlayışlarının içinde yer alan genel bir yönelim olarak tanımlanmaktadır. Bu akım, bireyin içsel duygularını, kaygılarını ve yaşam deneyimlerini dışa vurmayı amaçlamakta ve sanat aracılığıyla gözlemlediği dünyayı subjektif bir biçimde yeniden yorumlamaktadır. Ekspresyonistler, yoğun duygu durumlarını ifade eden renkler ve biçimlerle izleyicide derin bir etki bırakmaya yönelik çalışmalar yapmışlardır."

Bu bağlamda, ekspresyonizm, dönemin toplumsal belirsizlikleri ve çatışmalarıyla bütünleşerek, sanatın katı kurallarını sorgulayan ve bireysel deneyimi merkeze alan bir sanat anlayışını temsil etmektedir.



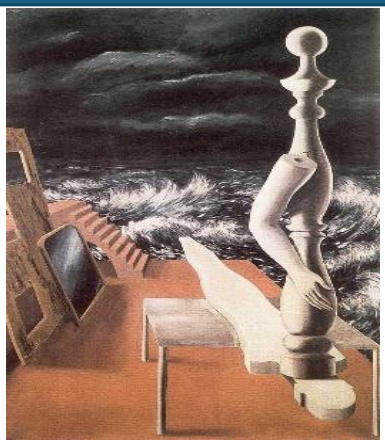
Görsel 5- Edvard Munch, Çığlık, 1893, 91 x73,5 cm. T.Ü.Y.B.NationalMuseum of Art Oslo

Edvard Munch ve Gustav Klimt, ekspresyonizmin en önemli temsilcileri arasında gösterilmektedir. Munch'un "Çığlık" adlı eseri bu akımın en bilinen örneklerinden biridir. Sanatçı bu resimle bireyin içsel kaygılarını, varoluşsal korkularını gözler önüne sermekte ve toplumsal kargaşasını çarpıcı bir şekilde yansıtmaktadır. Ekspresyonist sanat, toplumsal ve bireysel duyguların yoğun bir şekilde ifade edilmesini sağlarken, izleyicide güçlü bir tepki yaratmayı da hedeflemiştir. Ekspresyonizm, sanatı sadece bir temsil değil, bir duygusal deneyim aracı olarak değerlendirmiştir.

Gombrich (1997;564) "Çığlık" tablosunu şu şekilde yorumlamaktadır; "Bütün çizgiler, resmin odak noktasına, yani çığlık atan başa doğru gidiyorgibidir. Sanki tüm sahne, o çığlığın acısına ve heyecanına katılmıştır. Çığlık atankimsenin yüzü gerçekten karikatür gibi çarpıtılmıştır. Fal taşı gibi açılmış gözler veoyuk yanaklar, kafatasını anımsatıyor. Korkunç bir şeyler olmuştur mutlaka ve resmidaha da rahatsız edici yapan bu çığlığın nedenini hiçbir zaman bilemeyecekolmamızdır."

2.1.3. Sürrealizm

Sürrealizm, 1920'lerde Avrupa'da ortaya çıkan ve bilinçaltının derinliklerini keşfetmeyi amaçlayan bir sanat akımıdır. André Breton öncülüğünde şekillenen bu sürrealist akım hareketi, hayal gücünü ve rüya imgelerini ön plana çıkarmıştır. Sürrealizmin en belirgin özelliklerinden biri, mantığın ötesinde bir gerçeklik sunmaya çalışmasıdır. Sanatçıların, rüyalar ve bilinçaltındaki imgeleri resmetmeleri, izleyicinin alışılmış düşünce kalıplarının dışında bir deneyim yaşamasını sağlamıştır.



Görsel 6-Rene Magritte, İdolün Doğuşu, 1926, 120 x80 cm. T.Ü.Y.B. Özel Koleksiyon

Salvador Dali, René Magritte ve Max Ernst gibi sanatçılar, sürrealizmi temsil eden eserlerinde mantık sınırlarını zorlayan imgelerle, izleyiciyi alışılmış düşünce kalıplarının dışına çıkaran yaklaşımlar sergilemişlerdir. Sürrealist sanat, bilinçaltındaki karmaşık duyguları ve içsel çatışmaları ortaya koyarak, sanatı bir ifade biçimi olmanın ötesinde bir keşif aracı haline getirmiştir. Dali'nin eserlerinde, tuhaf ve çarpık imgelerle bilinçaltındaki çatışmaları açığa çıkarması dikkat çekmektedir. Sürrealizm, sanatçılara soyut düşünceleri somutlaştırmalarına olanak tanımış ve bu bağlamda sanatın özgürleşmesine katkıda bulunmuştur.

Sabahat'a (2012;28) göre; "Sürrealistler otomatizmi benimseyerek mantık, ahlak veya estetik yargılarönemsemeden doğrudan bilinçaltından çıkan yaratmayı önemsemiştir. Onlara görebilinçaltı o güne dek baskı altına alınmış, sanatsal yaratıcılıkla dolu bir depo idi vemantık bu depoya girişi engelliyordu. Bu kilidi açmak için mantığı dışlamışlar veotomatizmi kullanmışlardır."

Cuming (2008;390) ise bu durumu şu şekilde ifade etmektedir; "Gerçeküstücü konular tam anlamıyla sınır tanımaz çeşitliliktedir. Ernst bilinçakışı yazıların görsel eşdeğerini denedi: Frotaj-aşınmış yüzeylerin üzerinden sürtmeyoluyla motifler elde edilmesi. Magritte duygusuz resimlerinde, nesneler ve figürleri,birbiriyle ilgisiz, sıklıkla cinsel çağrışımları olan, esrarengiz sonuçlar elde etmek üzereyan yana getirdi. Arp ise rastgele bir araya gelmiş gibi gözüken,belirgin ve düzrenklerde basit, biyomorfik sayılabilecek biçimleri tercih etmiştir"

3. Soyut Sanat ve Tanımı

Sabahat'ın (2012;30) ifadesiyle; "Sanat alanlarına ve bu alanların içinde resme bir dönem nasılhükmettiğini,nasıl yansıdığı anlamak için öncelikli olarak soyut kavramını irdelemekgerekmektedir. Çeşitli dil ve kaynaklarda soyut sanatın kelime anlamlarına

gözatıldığında: İngilizce abstract art; Fransızca art abstrait, Almanca abstaktekunst;Osmanlıca mücerret sanat tanımlanmış olmasına rağmen, yaygın olarak abstractsanat kullanılmaktadır.”

Eczacıbaşı SanatAnsiklopedisinde (1997;1689) yer aldığı biçimiyle soyut; ““(…) renk, çizgi, kütle, ton gibi çeşitli biçim öğelerinin bilinen nesnelerebenzemeyecek biçimde kullanımı sonucu ortaya çıkan geometrik ya da amorfimgelerle oluşturulan düzenlemeler. Non-objektif (nesnel olmayan) ve non-figüratifsözcükleriyle de tanımlanan soyut sanat bütünüyle düş ürünü olabileceği gibidoğadaki bir nesnenin biçiminin giderek genelleştirilmesi ve arıtılmasıyla da eldeedilebilir. Bu durumda elde edilen asıl nesneyi çağrıştıracağı için soyut yerinesoyutlama terimini kullanmak yerinde olacaktır.”

Sabahat’a (2012; 32) göre, soyut sanat; “Dünya hakkında yeni bir tasarım oluşturma serüveni" olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda, soyut sanatta görünen duyusal gerçeklik, dışsal unsurlar olarak kalırken, sanatçının dikkatini salt biçimsel bir dünyaya odaklama eğilimi ortaya çıkar. Bu yeni dünya tasarımında, biçimin dışında bağımsız bir varlık bulunmamaktadır. Biçim, onu algılayan ve yorumlayan herkes tarafından farklı bir varlığa dönüşebilen bir unsurdur. Soyut biçimin oluşumu için, doğada var olan bir nesnenin varlığı şart değildir. Biçim, doğanın parçalarından oluşabileceği gibi, yalnızca düşünsel süreçlerin ürünü olarak kurgulanan soyut bir varlığı da temsil edebilir. Dolayısıyla, ister doğadaki belirli bir nesnenin soyutlanmasıyla ortaya çıksın, ister tamamen zihinsel bir kurgu olarak sanat eserine yansıyan bir biçim olsun, her iki durumda da biçimin yeniden inşası soyut sanatın içinde yer almaktadır. Ayrıca, soyut sanatta sanatçının doğaya, nesnelere veya kendi zihninde kurguladığı unsurlara bakışı, algılama biçimi ve yeniden yaratma süreci önemli ölçüde değişmektedir. Bu durum, sanatın doğasına dair yeni bir bakış açısı geliştirirken, aynı zamanda izleyicinin de düşünsel ve duygusal katılımını teşvik eden dinamik bir etkileşim alanı yaratmaktadır.”

Soyut sanat, sanat dünyasında biçim, renk ve çizgi gibi sanatsal unsurların bağımsız olarak kullanıldığı, gerçek dünyadaki nesne veya varlıkların doğrudan yansıtılmasından ziyade, duygusal ve düşünsel izlenimlerin ön plana çıkarıldığı bir disiplin olarak tanımlanır. Soyut sanat, 20. yüzyılın başlarından itibaren ortaya çıkarak geleneksel sanat anlayışlarını sorgulamış ve yeni bir estetik anlayış geliştirmiştir. Bu sanat akımı hem bireysel hem de toplumsal bağlamda önemli değişimlerin yaşandığı bir dönemde, sanatçıların içsel dünyalarını ifade etme aracı olarak dönemin ruhunu yansıtmıştır.

Soyut sanatın temelleri, 19. yüzyılın sonlarına ve 20. yüzyılın başına dayanmaktadır. Empresyonizm ve post-empresyonistler, gerçekliği bir anlık izlenim olarak ele alarak soyutlamanın önünü açmıştır. Bu akımlar, doğaya değil, doğanın izlenimlerine odaklanmalarıyla soyut sanatın gelişim sürecine katkıda bulunmuşlardır. Soyut sanatın ortaya çıkışında, hızla değişen toplumsal yapılar, endüstriyel devrim, savaşlar ve politik sıkıntılar da etkili olmuştur. Bu şartlar, sanatçıların geleneksel temalar yerine yenilikçi ve deneysel arayışlar içine girmelerine yol açmıştır.

Soyut sanatın özünde yatan, izleyiciyi düşünmeye, sorgulamaya ve kendi duygusal tepkilerini geliştirmeye davet eden yapı, sanatın toplumsal ve kültürel bir fenomen haline gelmesine de katkıda bulunmuştur. Bu bağlamda, soyut sanatın tanımı, neyin sanat olduğuna dair gözlemlere ve tartışmalara zemin hazırlayan bir platform olarak genişlemektedir.

Soyut sanat, sanatsal ifade alanında devrim yaratan, bireyin içsel dünyasını ve çağın karmaşasını yansıtan önemli bir akım olarak tanımlanmaktadır. Soyut sanat, sadece bir temsil değil, aynı zamanda izleyici ile eser arasında kurulan dinamik bir ilişki olarak daha derin bir anlam kazanmaktadır.

3.1. Soyut Sanatın Diğer Akımlarla İlişkisi

Soyut sanat, çeşitli sanat akımlarıyla iç içe geçmiş bir gelişim süreci yaşamıştır. Bu akımlar, soyut sanatın oluşumuna katkıda bulunarak, sanat söylemini ve estetik anlayışları köklü bir şekilde değiştirmiştir. 19. yüzyılın sonlarından itibaren, geleneksel sanat anlayışlarının dışına çıkan sanatçılar, yeni ifade biçimleri ve teknikler arayışına girmişlerdir. Bu çerçevede, empresyonizm, kübizm ve fütürizm gibi akımlar, soyut sanatın öncüsü olma niteliği taşımaktadır.

Empresyonizm, izlenimlerin ve anlık deneyimlerin resmedildiği bir akımdır. Sanatçılar, doğayı ve çevrelerini görsel izlenimlerle, anlık ışık ve renk oyunlarıyla ifade etmişlerdir. Empresyonist sanatçılar, gözlemledikleri dünyayı doğrudan temsil etmemekle birlikte; görünüşteki geçiciliği ve anlık duyguları yakalamaya çalışmışlardır. Bu yaklaşım, soyut sanatın doğasına zemin hazırlamıştır. Empresyonizm, daha sonra ortaya çıkan soyut akımların temellerini atan ilk önemli hareketlerden biri olmuştur. Renklerin, formların ve ışığın etkisi üzerine yoğunlaşmaları, soyut sanatçıların deneyimlemeleri gereken yeni bir estetik anlayış sunmuştur.

Sabahat'a (2012;37) göre; "Wasily Kandinsky, Mondrian, Maleviç gibi sanatçılarbaşlangıçta doğadan yola çıkarak sonunda tümüyle soyuta yönelen resimlerüretmişlerdir. Özellikle WasilyKandinsky"nin çalışmalarıyla ana yönü bulan soyutsanat yeni bir sanat ilkesinden hareket etmiştir. Bu ilkeye göre, doğa sanatıbozmaktadır bu nedenle sanat doğanın taklidi olmamalı,

tersine, sanat sanatçınınrenk, çizgi ve biçimlerle meydana getirdiği, doğa ve nesnelerle ilgili olmayan,kendine özgü bir varlık olmalıydı. Bu ilke doğrultusunda sanat gitgide doğa ileilgisini azaltarak, ilkin doğanın bir deformasyonunu yaratan Analitik Kübizme, dahasonra da salt kurgusal bir dünyadan hareket eden Sentetik Kübizme evirilmiştir.Daha açık bir anlatımla, kurgusal düzen içinde sanat eseri üretmek hedefiyle yolaçıkan ama figürü reddetmeden onu parçalayıp yeniden biçimlendiren kübizminardından, giderek yalnızca biçim, çizgi ve renklerden oluşan ve bunların dışındabaşka hiçbir objeyi ifade etmeyen, kendine özgü bir varlık yaratmayı hedefleyentamamen soyut resme yönelmiştir. Bu noktadan başlayarak sanat, doğa objesi ileilişkisiz yani figürsüz(non figüratif) bir sanat haline gelmiştir.”



Görsel 7-Georges Braque, Şişe ve Balıklar, 1910, 61x75 cm. T.Ü.Y.B.Tate Modern Londra

Kübizm, Pablo Picasso ve Georges Braque gibi sanatçıların öncülüğünde ortaya çıkmıştır. Kübizm, nesneleri geometrik formlar halinde parçalara ayırarak yeni bir bakış açısı sunmuştur. Bu akım, nesnelerin çoklu perspektiflerden gösterilmesini sağlarken, soyutlanmış formlar ortaya koymuştur. Kübist sanatçılar; doğadaki nesneleri, düzlem ve boyutların ötesine geçerek yeniden yorumlamışlardır. Bu durum, soyut sanatın gelişiminde büyük bir adım olmuştur. Çünkü soyut sanat, kübizm gibi akımlardan yükselerek, daha radikal bir soyutlama anlayışı geliştirmiştir.



Görsel 8- Marcel Duchamp, Trende Üzgün Genç Adam, 1912, 100 x73 cm. T.Ü.Y.B.Peggy Guggenheim Collection Venedik

Yine bu süreçte, futurizm de önemli bir yer tutmaktadır. İtalya'dan doğan bu akım, hız, hareket ve teknolojinin etkilerini yüceltmiştir. Futurist sanatçılar, çağın dinamizmini ve sanayileşmeyi, enerji dolu renklerle ve dinamizmi yansıtan formlarla ifade etmeye çalışmışlardır. Futurizmin etkisi, soyut sanatın estetiğine de yansımış, soyut formlar ve renkler aracılığıyla hareket hissi yaratma çabaları arttırılmıştır.

Sürrealizm ise, bilinçaltının ve rüyaların dünyasını keşfederek, soyut kavramların somut dünyadaki yansımalarını ele almıştır. Sürrealist sanatçılar, bilinçaltındaki imgeleri ve düşsel öğeleri sanatsal bir ifade biçimi olarak kullanarak, izleyicinin hayal gücünü harekete geçirmişlerdir. Bu yönüyle, sürrealizm, soyut sanatın gelişmesine ve derinleşmesine katkı sağlamış, yeni bir algı ve deneyim dünyası sunmuştur.

Soyut sanat, tarih boyunca çeşitli akımlarla etkileşim içinde gelişmiş ve biçimlenmiştir. Empresyonizm, kübizm, futurizm, Dadaizm ve sürrealizm gibi akımlar, soyut sanatın temellerini oluşturarak, yeni ifade biçimleri ve estetik anlayışların önünü açmışlardır. Bu etkileşimler sayesinde, soyut sanat, dinamik, çok boyutlu ve sürekli olarak evrilen bir sanat formu haline gelmiştir. Sanatçılar, bu akımlardan beslenerek, geleneksel sanat anlayışlarını sorgulayan ve yenilikçi bir estetik yaratmışlardır.

3.3. Sanatta Soyutluğun Algılanma Biçimi

Soyut resimde biçim ve biçimin kullanımı ile ilgili bilgi vermek için öncelikle sanatta biçimi açıklamak gerekir. Oskay'a (2010;41) göre biçim; "Sanatta anlatımsal ve tasarlanabilir araçların sanatsal bütünlükle bir araya gelmesidir. Sanatta biçim; kompozisyonu, konuyu ve birçok unsuru içermektedir"

Sanatta soyutluğun algılanma biçimi, izleyicilerin bireysel deneyimlerine, kültürel geçmişlerine ve duygusal durumlarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Soyut sanat eserleri, somut bir nesnenin temsilinden genellikle uzaklaşmaları nedeniyle, izleyiciye çok yönlü bir yorumlama alanı sunar. Bu durum, izleyicinin eserin anlamını kendi perspektifinden inşa etmesine olanak tanır.

Soyut sanat, izleyiciyi düşündüren, sorgulatan ve kendi duygularını ifade etmeye teşvik eden bir yapıdadır. İzleyici, esere bakarken, kişisel deneyimlerini, duygusal durumunu ve geçmişini düşünerek farklı yorumlar geliştirebilir. Bu, soyut sanatın dinamik yapısının bir sonucudur; her izleyici, eserle olan etkileşiminin doğası gereği farklı duygusal ve zihinsel tepkiler geliştirebilir. Bu şekilde, soyut sanat, izleyici ile eser arasındaki bağın derinleşmesine neden olur.

Soyut sanat eserleri, genellikle belirli bir his veya düşünceyi iletmeye çalışırken, açık bir anlatım tarzından kaçınarak, izleyicide merak uyandırır. Bu merak, izleyicinin eseri incelemesi, düşünmesi ve kendi yorumlarını geliştirmesi için bir motivasyon kaynağıdır. İzleyici, eserde gördüklerini somut bir gerçekliğe dönüştürmek yerine, duygusal bir bağ kurarak yorumlamaya çalışır. Sonuç olarak, soyut sanat, izleyicinin algılarını genişletirken, aynı zamanda içsel bir sorgulama sürecine girmesini teşvik eder.

Bu bağlamda, izleyici ve eser arasındaki etkileşim, soyut sanatın en önemli boyutlarından biridir. İzleyicilerin, esere dair geliştirdikleri duygusal ve psikolojik yanıtlar, sanat eserinin değerini ve anlamını derinleştirir. Nitekim, soyut eserler üzerinden yapılan çalışmalar, izleyicilerin kendi içsel dünyalarını keşfetmesine yardımcı olur. İzleyicinin tepkileri ve düşünceleri, eserin anlamını zenginleştirirken, aynı zamanda sanatın algılanma biçimini de şekillendirir.

Soyut sanatın algılanmasının zenginliği, izleyicilerin yaratıcı süreçlere dahil olmalarına ve kendi deneyimlerini sanatla birleştirmelerine olanak tanır. İzleyici, soyut eser karşısında yalnızca gözlemci değil, aynı zamanda katılımcıdır. Bu, soyut sanatın toplumsal ve kültürel bağlamlarda önemli bir yere sahip olmasını sağlar. İzleyici ile eser arasındaki etkileşim, sanatın çok boyutlu bir süreç olduğunu; bireylerin farklı algılarını ve bakış açılarını gözler önüne serer.

Soyut sanat, bir sanat formu olmanın ötesinde, izleyiciyle olan dinamik ilişki sayesinde derin bir deneyim sunar. Bu deneyim, izleyicilere, kendi içsel dünyalarını keşfetme, duygusal ve psikolojik durumu anlama fırsatı verir. Böylece, soyut sanat, sadece bir sanat eseri olarak değil, aynı zamanda bireylerin kendi yaratıcılık süreçlerine katkıda bulunan bir araç olarak önemli bir rol oynamaktadır.



Görsel 9- KazimirMalevich, Kar Sonrası Sabah,1912, 80.7 x80.8 cm. T.Ü.Y.B.Solomon R. Guggenheim Museum, New York

Antmen'e (2009;80) göre; "Soyut sanat biri KazimirMaleviç'e, diğeri WassilyKandinsky"edayandırılabilecek iki koldan gelişmiş, birinde zihinsel, yapısal ve geometrik bireğilim, diğerinde içgüdüsel ve duyusal, dekoratif ve biyomorfik bir eğilim ağırbasmıştır."

4. Wassily Kandinsky: Soyut Sanatın Öncüsü

Wassily Kandinsky, soyut sanatın öncüsü olarak kabul edilen, sanat tarihinde önemli bir figürdür. Onun sanatı, sadece görsel bir deneyim sunmakla kalmayıp, aynı zamanda izleyici üzerinde psikolojik ve duygusal derinlikler keşfetme fırsatı sunmaktadır. Kandinsky'nin sanatsal yolculuğu, kendisini figüratif sanattan soyut sanat alanına taşıyan bir dizi deneyim ve araştırma ile şekillenmiştir.



Görsel 10- Vassily Kandinsky,Murnau'dakiGreenLane, 1909,33 x 44.6 cm. K.Ü.Y.B.Lenbachhaus, Münih

Polat'a (2019; 13) göre; "Resmine zararlı olduğu gerekçesiyle doğal görüntüleri ilk eleyen ressam Vassily Kandinsky, olduğu için, kendisi soyut ya da non-figüratif denen sanatın ilk uygulayıcısı olarak kabul edilmektedir."

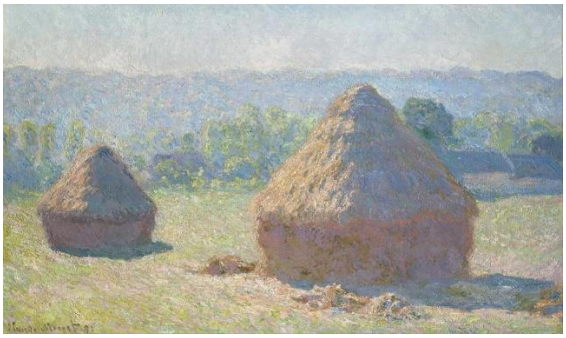
Soyut resim Kandinsky"nin kişisel gözleminden doğan bir düşüncedir. Bu gözlemi Kandinsky şöyle dile getirir: "Akşamüstü çalışmayı bitirip eve dönmüştüm dalgındım ve bitirmiş olduğum

resmi düşünüyordum. Tam o sırada anlatamayacağım kadar güzel bir resim gördüm. İlk önce şaşıp kaldım, sonra kendimi toparlayıp renk ve biçimden başka bir şeyin olmadığı, biraz da içerik bakımından anlamsızca gelen resme doğru yürüdüm. Baktığımda hemen anladım; bu duvara yanlamasına dayadığım benim resmimdi. Ertesi gün, dışarıda resme baktığımda dün gördüklerim gibi bir etkiyi yakalamayı denedim ama tam anlamıyla olmadı. Resim yanlamasına dursa bile,nesneleri hala görebiliyordum ve artık o ilk gördüğüm parıltıda kalmamıştı. Kesin olarak şunu söyleyebilirim ki; nesneler resimlerime zarar veriyordu". Nesnenin, biçimin resimlere zararlı olması Soyut Sanat için en temel kuralı oluşturur. Daha sonra günümüz ve gelecekteki sanat anlayışları içinde geçerli olacaktır (Akt:Tunalı, 2008: 128).

4.1. Kandinsky'nin Hayatı ve Sanat Yolculuğu

Erden' e (2012;64) göre; "1886 yılında Moskova"da dünyaya gelmiştir. 1886–1893 yıllarında hukuk öğrenimi görmüştür. Gelecek vaat eden meslek olmasına rağmen bırakıp resme yönelmiştir. Genç yaşta İtalya, Tunus, Fransa, Hollanda gibi birçok ülkeye seyahat etmiş birçok sanatçı ve müzeleri gezmiştir. Kandinsky, resme ilk başladığı dönemde Empresyonist tarzda manzara resimleri üretmeye başlamıştır."

Ailesi, onun erken yaşlarda sanata olan ilgisini desteklemiş, müzik ve resimle ilgili eğitim alması için teşvik etmiştir. Genç yaşlarda müzik sevgisi, onun sanatsal bilincinin oluşmasında önemli bir rol oynamıştır. Kandinsky, sanatın çeşitli alanlarında yetkin olma arzusuyla hem müzik hem de resim üzerinde yoğunlaşmıştır.



Görsel 11-Claude Monet, Saman Yığınları Yaz Sonu,1891, 60 x100 cm. T.Ü.Y.B.Museed'Orsay, Paris

Wolf'a (2005;50) göre; "1910–1911 yılına gelindiğinde ilk soyut resimleri denecek tarzda dış dünyadan herhangi bir nesneyi resimlerine konu almamayı amaçlamıştır. 1907 yılında İzlenimcilik ve Puantilizm (Noktacılık) etkisi altında yaptığı resimler daha sonra Soyut Sanat ve Modern Sanat"ın kapılarını arayacaktır. Yapmış olduğu resimlerde Fovizim etkisi büyük ölçüde görülmektedir. Kandinsky, ClouteMonet"in "Saman Yığınları" isimli resmini ilk gördüğünde "bu

resimde nesne eksik ve bir ressamın böylesi belirsiz resimler yapmaya hakkı olmadığını" düşünmüştür. Bu resimden büyük ölçüde etkilenen Kandinsky uzun süre doğayı gözlemlemiş ve derinliksiz, renkli tuş biçimlerine indirgediği öznel bir çarpıtma sağlamayı amaçladığı resimler yapmıştır."

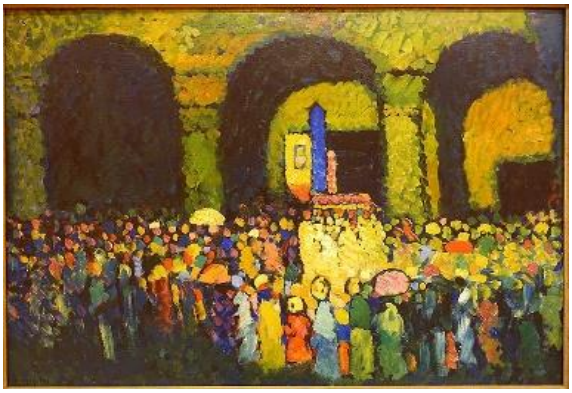
Yılmaz'a (2013;106) göre;"Kandinsky, Moskova"da önce hukuk ve politik ekonomi okumuş, ancak 30 yaşında sanatçı olmaya karar vererek Münih"e gitmiştir. Anton Azbe adında bir ressamdan dört yıl ders alan Kandinsky, sonradan yakın arkadaşları olan Aleksi Van Javlenski ve Franz Marc ile de orada tanışmıştır. Kandinsky"nin baştan beri renge çok ilgili olduğu görülmektedir. Javlenski ve Marc"ın yanı sıra Fransa"dakiFov'lara ilgi göstermesi bundan kaynaklanmaktadır. Sanatçı renkleri, insan ruhunu harekete geçiren müzik notalarındaki titreşimlere benzettiğinden, önce nesneleri renge dönüştürüp sonra giderek yok etmeyi amaçlamıştır. Dindar bir kişilik olmasından kaynaklı diğer bir sebepte materyalizme karşı oluşudur. Hakikat ruhsal bir şey olduğuna göre, sanat da bunu yansıtmalı, kendini nesne boyunduruğundan kurtarmalıydı. Tabi, Monet"in renk ve ışıktan ibaret resimleri de etkili olmuştu zihnindeki resmin belirmesine. Monet"in bazı resimlerindeki biçimleri tanıyamamasına karşın, onların çekim alanına girmesini çok önemsemiştir."

1896 yılında Münih'e taşınan Kandinsky, resim eğitimi almak için çeşitli atölyelere katılmış ve burada sanat ortamının dinamiklerini yakından gözlemleme fırsatını bulmuştur. Münih'e geçiş, onun sanatında önemli bir dönüm noktası olmuş ve Batı Avrupa'nın sanat ortamına dâhil olması, sanat anlayışında köklü değişikliklere yol açmıştır. Bu süreç, onun geleneksel sanat anlayışından uzaklaşıp soyut formlara yönelmesine zemin hazırlamıştır.

Kandinsky'nin sanatsal yolculuğunda, ilk dönemlerinde gerçekçilik ve natüralizm etkileri ön plandaydı. Ancak, zamanla doğanın dışavurumunu değil, bu dışavurumların ruhsal ve soyut ifade biçimlerini arayan bir sanatçı kimliğine evrilmiştir. 1901 yılında Münih'te kurduğu "Phalanx" (Falanx) isimli sanat grubu, onun sanat anlayışını geliştirmesine yardımcı olmuştur. Bu grup, sanatçılar arasında fikir alışverişi yaparak modern sanat anlayışlarının tartışıldığı bir platform olmuştur. Falanxın amacı, geleneksel sanat kurallarını sorgulamak ve daha özgür bir sanat anlayışını geliştirmekti. Kandinsky burada, sanata dair daha deneysel bir yaklaşım sergileyerek kendi estetik anlayışını geliştirmiştir.

Kandinsky'nin sanatı, ruhsal bir deneyim olarak algılanmalıdır. Bu bağlamda, 1910 yılında yayımladığı "Sanatçının Ruhsal Açıklığı" adlı eseri, onun düşünsel gelişiminde bir dönüm noktası

olmuştur. Bu eser, sanatın soyut bir form olarak var olabileceğini savunarak soyut sanatın temel prensiplerini ortaya koymaktadır. Kandinsky, sanatın yalnızca biçim ve renkten ibaret olmadığını, aynı zamanda izleyicinin ruhsal hallerine ulaşma aracısı olduğunu belirtmiştir.



Görsel 12- Vassily Kandinsky, Münih'teki Ludwigskirche,1908,67.3 x 96 cm. K.Ü.Y.B.Thyssen-Bornemisza Müzesi , Madrid

Polat'a (2019;36) göre; "Kandinsky"yi ilk soyut resmi yapacağı 1910–1911 tarihine kadarki süreçte bir akım içerisine koymak çok mümkün değildir. İzlenimcilik, Kübizm, Fovizm, Puantilizm gibi sanat akımlarının hepsini özümsediği ve birleştirdiği bir üslup geliştirmiştir."

1921'de Almanya'ya dönüşü ve Bauhaus okuluna katılması, onun soyut sanat alanındaki öncülük rolünü kuvvetlendirerek, burada ders vermesi, genç sanatçılara yeni perspektifler sunması açısından önemli bir katkı sağlamıştır. Kandinsky'nin eğitim yöntemi, teorik bilgi ile pratik deneyimi bir araya getirerek sanatçıların yaratıcı potansiyellerini keşfetmelerine yardımcı olmayı hedeflemiştir. Bu süreçte Kandinsky, soyut sanatın önemli figürleriyle beraber çalışarak sanat anlayışını daha da derinleştirmiştir.

Kandinsky'nin hayatı boyunca birçok sergi açmış ve eserleri dünya çapında büyük ilgi görmüştür. Onun sanatı, deneyimlerin, hislerin ve ruh halleri üzerine kurulu olup, izleyici ile eser arasında güçlü bir bağ oluşturan bir sürecin parçasıdır. Bu bağlamda, Kandinsky, izleyiciye sadece görsel bir şölen sunmakla kalmamış, aynı zamanda onları derin duygusal ve düşünsel yolculuklara çıkmaya da teşvik etmiştir.

4.2. Sanat Anlayışı ve Felsefesi

Wassily Kandinsky'nin sanat anlayışı, soyutlamanın ötesine geçerek, sanatın ruhsal bir deneyim olması gerektiği vurgusunu ön plana çıkarmaktadır. Onun için sanat; yalnızca estetik bir nesne değil, aynı zamanda izleyicinin ruhuna hitap eden bir deneyim alanı olmalıdır. Kandinsky, sanatın doğasının insanın iç dünyasını anlamasını kolaylaştıracak bir iletişim aracı olarak görmüştür.

Kandinsky’nin sanatsal felsefesi, duygusal ve ruhsal deneyimlere dayanarak, sanatın anlamını derinleştirir. Sanat eserlerinin yalnızca fiziksel varlıklar olmadığını, aynı zamanda izleyiciye ulaşabilen etkili enerji alanları olduğunu savunmuştur. Bu gücün, özellikle renkler ve formlar aracılığıyla ortaya çıktığına inanıyordu. Bunu gerçekleştirmek için, Kandinsky, belirli bir armoni ve denge anlayışı ile farklı renklerin ve formların bir arada nasıl çalıştığını incelemiştir.

Kandinsky, renklerin, izleyicide çeşitli duygusal yanıtlar oluşturduğu fikrini benimsemiştir. O, renklerin belirli ruh hallerini ifade edebileceğini savunmuş ve bunun yanına çeşitli geometrik formları ekleyerek, bir tür psikolojik sembolizm oluşturmuştur. Bu konuda "Duvara İki Şey" adlı eserinde, renklerin ve çizgilerin, izleyicinin ruh hali üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Kandinsky, sanatın etkilerinin bireyler üzerinde düşündürmesi gerektiğine inanıyor ve bu nedenle soyut sanatın ifade gücünü artırmaya çalışıyordu.

Kandinsky'nin sanatında "nokta" ve "çizgi" kavramları kritik bir öneme sahiptir. Nokta, varoluşun başlangıcını simgelerken, çizgi, yön ve hareketi temsil eder. Bu iki unsur, onun sanatsal dilinin temel taşlarını oluşturmuştur. Nokta ve çizgi, Kandinsky'nin eserlerinde sadece şekil olarak değil, aynı zamanda ruhsal ifadelerin özünü barındıran birer araç olarak yer alır. Sanatçının bu unsurları bir araya getirdiği eserlerinde, izleyiciye derin bir deneyim sunarak, sanatın evrensel yankılarını oluşturmuştur.

Müzik ile sanat arasındaki ilişki, Kandinsky'nin sanat anlayışının temel unsurlarından birini teşkil eder. O, müziğin soyut olmasının yanı sıra duygusal derinlikler barındırdığını düşünmüştür. Kandinsky, müziği soyut sanat ile ilişkilendirerek, sanatın sadece görsellere dayanmadığını, aynı zamanda ruhsal ve soyut deneyimleri de içermesi gerektiğini savunmuştur. Onun eserleri, genellikle bir müzik parçasının ayırt edici özelliklerine benzer nitelikler taşır; bu durum, izleyicide bir dizi duygusal tepki yaratır.

Kandinsky, sanatın varoluşsal bir deneyim olması gerektiğine olan inancını koruyarak, duygusal ve ruhsal derinliklere inen bir sanat dili oluşturmuştur. Bu bakış açısı, onun sanatsal pratiğini sürekli geliştirmesine ve dinamik bir yolculuğa sürüklemesine olanak tanımıştır.

4.3. Önemli Eserleri ve Dönemsel Gelişimi

Wassily Kandinsky’nin eserleri, soyut sanatın temel taşlarını oluşturarak sanat tarihindeki en önemli gelişmeler arasında yer almaktadır. Onun sanatsal yolculuğu, farklı dönemlerde gelişen ve evrilen bir dizi eser ile belirginleşmiştir. Bu eserleri üç temel döneme ayırmak mümkündür: erken

dönem eserleri, orta dönem eserleri ve olgun dönem eserleri. Her bir dönem, Kandinsky'nin sanatındaki değişimi, evrimi ve derinleşen sanatsal anlayışını gözler önüne sermektedir.

4.3.1. Erken Dönem Eserleri

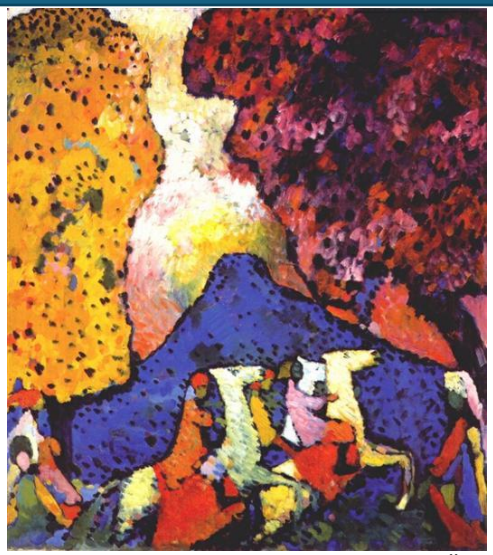


Görsel 13- VassilyKandinsky, Mavi Süvari, 1903,55 x 60 cm. K.Ü.Y.B. Özel Koleksiyon

Kandinsky'nin erken dönem eserleri, genellikle figüratif unsurlar ve çeşitli sanat akımlarıyla iç içe geçmiş soyut ifadeler içermektedir. Bu dönemdeki eserlerinde, doğanın form ve renklerini yansıtan bir dil geliştirmiştir. 1903'te tamamladığı "Mavi Süvari" adlı eseri, Blue Rider, Wassily Kandinsky'nin soyut müzik tarzını tam olarak geliştirmeden önceki dönemine ait, 1900'lerin başlarından kalma önemli bir eserdir. Bu tablo, yeşilimsi bir çayırda hızla ilerleyen mavi pelerinli bir biniciyi tasvir etmektedir; bazı sanat eleştirmenleri ise bu binicinin kollarında bir çocuk figürü taşıdığını öne sürmektedir.

Tablonun içindeki kasıtlı soyutluk, birçok sanat teorisyeninin kendi temsillerini figüre yansıtmasına neden olmuştur. Aynı zamanda, izleyicilerin sanatın temsillerine katılımını teşvik eden bu soyut tasarım, Kandinsky'nin kariyeri ilerledikçe daha da soyut hale gelen sonraki eserlerinde büyük bir potansiyel sunan bir tekniğin temellerini atmaktadır.

Bu bağlamda, Blue Rider, Kandinsky'nin sanatında figüratif unsurlar ile soyut formlar arasındaki geçişi gösteren kritik bir örnek teşkil etmekte, aynı zamanda izleyicilerle etkileşim kurarak sanatın anlamını zenginleştiren bir yaklaşım sergilemektedir. Bu eser, sanatçının içsel deneyimlerini ve evrensel temaları ifade etme arayışının başlangıcını da simgeler.



Görsel 14-Vassily Kandinsky, Mavi Dağ,1908,107,3 x 97,6cm.T.Ü.Y.B.Solomon R. Guggenheim Müzesi, New York

Özellikle 1908 yılında yaptığı "Mavi Dağ" eseri, erken dönemdeki figüratif yaklaşımı ve ruhsal temaları ortaya koyar. Wassily Kandinsky, resmin belirli bir konuya ihtiyaç duymadığını savunmuş ve şekil ile renklerin kendi başlarına sanatsal bir ifade oluşturabileceğini düşünmüştür. Örneğin, The Blue Mountain adlı eserinde geniş renk kullanımı, Kandinsky'nin rengin formdan bağımsız bir şekilde sunulmasına ve her rengin eşit derecede önemli olduğu bir sanat anlayışına duyduğu eğilimi açıkça ortaya koymaktadır.

Tablonun kompozisyonu, daha düzlemsel bir yapıda ve dört ana bölüme ayrılmıştır: gökyüzü, kırmızı ağaç, sarı ağaç ve mavi dağ. Mavi dağ, biri sarı biri kırmızı olmak üzere iki büyük ağaçla çevrili, üç binici ve diğer figürlerin yer aldığı bir alay ile kesişmektedir. Binicilerin yüzleri, kıyafetleri ve varlıkları tek renk kullanılarak betimlenmiştir; bu durum ne binicilerin ne de yürüyen figürlerin gerçek bir ayrıntı sergilemediğini göstermektedir.

Buna ek olarak, düz yüzeyler ve belirgin dış hatlar, eser içinde Fauvist estetiğin etkilerini yansıtan unsurlar olarak değerlendirilmektedir. Kandinsky'nin bu yaklaşımı, sanatın novasyonunu ve doğanın soyut bir ifadesini araştırma arzusunu da pekiştirmektedir.

Erken dönem işlerinde, Kandinsky'nin kullandığı renk paleti, denge ve ritmi sağlamak için önemli bir araçtır. Kendi içsel tecrübelerini dışa vuran bu şekil ve renklerin bir araya gelişi, onun aslında duygusal bir anlatım geliştirdiğinin bir göstergesidir. İzleyiciyle derin bir duygusal bağ kurmayı hedefleyen Kandinsky, burada doğanın dışavurumunu yaparken aynı zamanda soyut formların da kapısını aralamıştır. Bu bağlamda, erken dönem eserleri, sanatçının geleneksel sanat kurallarına başkaldırışını ve kendine özgü bir anlatım dili geliştirişini sergilemektedir.

Bu süreç içerisinde, Kandinsky'nin sanatı, hem bireysel deneyimlerin hem de evrensel temaların ifadesi için bir araç haline gelmiştir. Farklı renkler ve formlar aracılığıyla, izleyicinin farklı duygusal yanıtlar vermesine olanak tanımıştır. Erken dönem eserleri, onun sanatının filizlenmeye başladığı, soyut sanat alanında yeni yollar aradığı bir evredir.

4.3.2. Orta Dönem Eserleri



Görsel 15- Vasily Kandinsky, Kompozisyon VII, 1913,200x300 cm. T.Ü.Y.B.Tretyakov Galerisi, Moskova

Kandinsky'nin orta dönem eserleri, 1910'dan itibaren ortaya çıkmaya başlamış ve bu dönemde belirgin soyut formlar ile renkler ön plana çıkmıştır. Wassily Kandinsky, 1913 yılında "Kompozisyon VII" adlı eserini yapmıştır. Kandinsky, sanatını müzik ile bağlantılı bir bağlamda görmekte ve bu iki disiplini tanımlamak için "doğaçlama" ve "kompozisyon" terimlerini kullanmaktadır. Eserlerinde nesneleri sembollere indirgeyerek, nihayetinde bu nesnelerden tamamen vazgeçmiş ve iletişimi sağlamak için renkler ile şekilleri kullanmayı tercih etmiştir. Kendisi, resimlerin maneviyatı iletmek için bir araç olduğuna inanmaktaydı ve kendisini hem bir şair hem de bir sanatçı olarak tanımlamıştır.

Kompozisyon VII, ilk bakışta rastgele bir şekil ve renk seçimi gibi algılanabilir; ancak bu eser, Kandinsky'nin dört gün süren yaratım sürecinden önce birkaç ay boyunca titizlikle planlanmıştır. Sanatçı, bu süre zarfında yağlı boya ve sulu boya ile otuzdan fazla eskiz yapmış ve her bir aşamada ilerledikçe bu çalışmalarını dikkatlice fotoğraflamıştır. Sonuç olarak, tuval üzerindeki yağlı boya tablo, günümüzde Moskova'daki Tretyakov Devlet Galerisi'nde izleyicileriyle buluşmaktadır.

Kandinsky'nin bu titiz hazırlık süreci, soyut sanatın derinliğini ve sanatın ruhsal boyutunu yansıtma çabasının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma, renk ve form arasındaki ilişkileri keşfederken, izleyiciye duygu ve düşünce derinliklerine inmeyi

amaçlamaktadır. Kandinsky, bu dönemde daha deneysel bir dil benimsemiş, bireysel deneyimlerini ve içsel hislerini daha özgür bir şekilde ifade etmiştir.



Görsel 16- Vassily Kandinsky, Doğaçlama 26, 1912, 97x107,5cm.T.Ü.Y.B.Lenbachhaus, Münih

Bu dönemin bir diğer öne çıkan eseri "Doğaçlama 26", 1912 yılında yaptığı ve Kandinsky'nin soyut sanat anlayışını pekiştiren etkili bir çalışma olmuştur. Bu eser, özellikle renklerin içsel anlamları ve duygusal getirilerini ön plana çıkaran bir yapıdadır. Renklerin arasında kurduğu ilişkiler ve hissettirdiği duygular, izleyiciyi derin bir ruhsal deneyime davet eder. Kandinsky, burada renk ve şekil üzerindeki araştırmalarını yoğunlaştırmış ve bu unsurların insan psikolojisi üzerindeki etkisini sorgulamıştır.

Orta dönemde Kandinsky ayrıca, şekil ve hareket kavramları üzerinde yoğunlaşmış ve içsel duygularının dışavurumu açısından farklı yönler keşfetmiştir. Bu araştırmalar, onun soyut sanata katkısını derinleştirirken, izleyicinin eserle olan ilişkisini de yeniden tanımlamıştır.

Bu dönemdeki eserleri, Kandinsky'nin sanatsal anlayışının evrimini gösterirken, aynı zamanda çağdaş sanat üzerindeki etkisini de göstermektedir. Orta dönem, onun sanatındaki soyutlamanın ve içsel düşüncenin önemini arttırdığı bir süreç olmuştur ve Kandinsky'nin sanatındaki derinleşme, izleyici üzerinde kalıcı bir etki bırakmıştır. Kandinsky, soyut sanatın ilkelerini belirlemiş ve izleyicinin zihin dünyasına derinlemesine inmeyi başarmıştır.

4.3.3. Olgun Dönem Eserleri

Wassily Kandinsky'nin olgun dönem eserleri, onun sanatında ulaştığı zirve noktayı temsil eder. 1923 ve sonrası dönem, Kandinsky'nin soyut sanat anlayışının en yoğun ve etkin bir biçimde ortaya çıktığı bir dönemdir. Bu dönemde sanatçı, karmaşık formlar ve renk dengesi ile görsel dili daha da derinleştirerek güçlü bir estetik anlayış geliştirmiştir. Kandinsky, sanatın soyut potansiyelini

keşfetme yolunda kararlı adımlar atarak, izleyicilere yalnızca gözlemlenen değil, aynı zamanda algılanan bir deneyim sunmayı hedeflemiştir.



Görsel 17- Vassily Kandinsky, Sarı- Kırmızı-Mavi, 1925,128x201,5 cm.MuséeNationald'Art Moderne, Paris

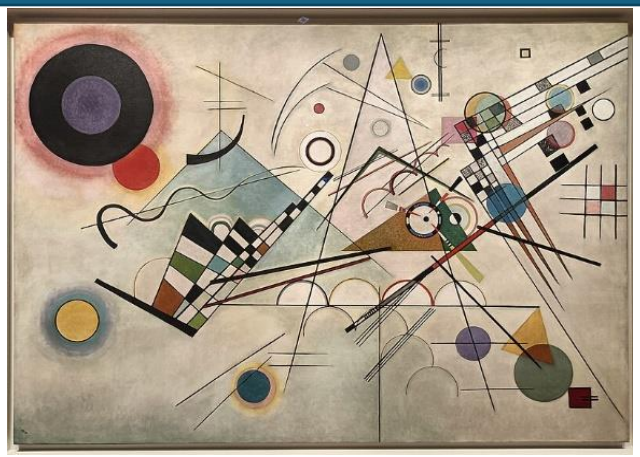
Bu dönemdeki en dikkat çekici eserlerinden biri 1925 tarihli "Sarı- Kırmızı- Mavi" adlı çalışmasıdır. Eserdeki ana renkler, kareler, daireler ve üçgenler gibi geometrik formlarla birlikte yer alan soyut şekillerden oluşmaktadır. Renklerin ve şekillerin içinden geçen düz ve kavisli siyah çizgiler, izleyici üzerinde derin düşüncelere yol açmayı hedeflemektedir.

"Sarı-Kırmızı-Mavi" eseri, her bir bölümün farklı özelliklerini vurgulamak üzere iki ana alana ayrılabilir. Sol tarafta, parlak renk tonlarında dikdörtgenler, kareler ve düz çizgiler bulunurken, sağ tarafta daha koyu renk tonlarında çeşitli soyut şekiller yer almaktadır. Bu iki alan, farklı görsel etkiler yaratarak izleyicide çeşitli duygular uyandırmayı amaçlamaktadır.

İki metre genişliğindeki "Sarı-Kırmızı-Mavi", birkaç ana formdan oluşmaktadır: Dikey bir sarı dikdörtgen, eğik bir kırmızı çarpı ve büyük bir lacivert daire. Ayrıca, çok sayıda düz (veya kıvrımlı) siyah çizgi, dairesel yaylar, tek renkli daireler ve dağınık, renkli dama tahtaları, eserin hassas karmaşıklığına katkıda bulunmaktadır.

Bu resimde yer alan formlar ve ana renkteki kütlelerin basit bir görsel tanımlaması, eserin içsel gerçekliğine dair yalnızca yüzeysel bir bakış açısına işaret etmektedir. Bu, yalnızca resimdeki formlar ile renklerin değil, aynı zamanda bunların ilişkileri, mutlaklıkları, tuval üzerindeki göreceli konumları ve birbirleriyle olan uyumları açısından daha derin bir analiz gerektirmektedir.

Bu eser, Kandinsky'nin soyut sanattaki ustalığını gözler önüne sererken, karmaşık formlar ve dinamik yapılarla doludur.



Görsel 18- Vassily Kandinsky, Kompozisyon VIII, 1923,140 x 201cm. T.Ü.Y.B.Solomon R. Guggenheim Müzesi, New York

1923 Tarihli "Kompozisyon VIII," sanatçının çeşitli öğeleri ustaca bir araya getirerek oluşturduğu bir kompozisyon olmakla birlikte, izleyicide güçlü bir duygusal etki yaratmayı başarmaktadır. Renklerin karşıtlıkları, formların ardındaki ritim, izleyiciyi eserin içinde kaybolmaya davet eder. Bu durum, Kandinsky'nin sanatının temel felsefesinin bir yansımasıdır; burada izleyici, resmin ötesine geçerek, kendi duygusal tepkisini ve anlayışını keşfetmeye yönlendirilir.

Eserdeki her bir unsur, renk ve form arasındaki ilişkilerin yanı sıra ruh hallerini, hareketleri ve içsel duyguları yansıtmaktadır. Kandinsky, soyut formları ve renkleri, düşüncelerin ve hislerin dışavurumu olarak kullanırken, aynı zamanda dinamik yapılar ve dengenin estetik analizini de ortaya koymaktadır. Renk paletinin zenginliği ve kullanılan formların çeşitliliği, izleyicinin görsel zenginliğe duyduğu ihtiyaçla birleşir ve bu bağlamda güçlü bir iletişim kurar. Her bir element, sanatçının içsel dünyasını yansıtırken, aynı zamanda izleyicinin de öznel duygularıyla etkileşime girmesine olanak tanır.

Kandinsky'nin son dönem çalışmaları, onun sanattaki öncü rolünü pekiştirmekte ve görsel sanatlar üzerindeki etkisini devam ettirmektedir. Eserlerinde kullanılan soyut biçimler, renkler ve çizgiler, çağdaş sanat akımları üzerindeki etkiyi göstermektedir. Kandinsky, sanatında sadece biçimi değil, aynı zamanda bu biçimlerin izleyici üzerindeki etkisini de sorgulamaktadır. Bu bağlamda, soyut sanatın felsefesi, izleyicinin kişisel deneyimlerini resme yansıtarak, sanat ve yaşam arasındaki bağı güçlendirir.

Wassily Kandinsky, soyut sanatın öncüsü olarak, sanat tarihi üzerinde kalıcı bir etki bırakmıştır. Hayatı, sanat yolculuğu, anlayışı ve eserleri, sanatın yeniden tanımlanmasında önemli bir rol oynamıştır. Onun sanatı, izleyiciye sadece görsel bir deneyim sunmakla kalmayıp, aynı zamanda

duygusal ve ruhsal bir yolculuk üzerine düşünme fırsatı vermiştir. Kandinsky'nin katkıları, günümüzde de çağdaş sanat anlayışları ile doğrudan ilişkilidir ve sanatsal ifade biçimlerinin evriminde vazgeçilmez bir yere sahiptir.

5. Wassily Kandinsky'nin Etkisi

Wassily Kandinsky, modern sanatın gelişiminde kritik bir figür olarak ön plana çıkmaktadır. Sanatçının sağladığı katkılar, sadece bireysel bir estetik ifade alanı yaratmakla kalmamış, aynı zamanda modern sanatın evrimsel süreçlerinin yönlendirilmesinde belirleyici bir rol oynamıştır.

Kandinsky, soyut sanatın öncüsü olarak kabul edilmektedir çünkü eserlerinde görsel unsurlar ile duygusal deneyimleri bir araya getirmiştir. Renkler, formlar ve çizgiler, onun sanatında sadece biçimsel öğeler olarak değil, aynı zamanda ruhsal ve manevi anlamlar taşıyan unsurlar olarak işlev görmektedir. Kandinsky, sanatın müzik ile olan benzerliğini vurgulayarak, "duyguların soyut bir dille ifadesi" fikrini benimsemiştir. Bu bağlamda, resimlerinde kullandığı renk ve form kombinasyonları, müzikal yapıların soyut bir karşılığı olarak değerlendirilmiştir.

Ayrıca, Kandinsky'nin sanatı, toplumsal ve kültürel değişimlere ruhsal bir cevap olarak da ele alınabilir. 20. yüzyılın başlarında, Avrupa'daki siyasi ve sosyal çalkantılar, sanatçının eserlerinde derin bir ruhsal arayışı teşvik etmiştir. Onun resimleri, içsel deneyimleri ve soyut düşünceleri aktararak bireyin kendisini keşfetmesine ve içsel duygularını dışavurmasına olanak sağlamaktadır.



Görsel 19- Vassily Kandinsky, Kompozisyon VII çalışması için Taslak 2,1913, 100x140 cm.Lenbachhaus, Münih

Sanatçının en önemli eserlerinden biri olan "Kompozisyon" serisi, bu ruhsal arayışın somut bir örneğini sunar; burada soyut biçimler ve renkler, izleyicide derin düşüncelere yol açan ve kişisel deneyimlere kapı aralayan bir atmosfer yaratmaktadır. Kandinsky, eserlerinde sembolleri aktif bir

şekilde kullandı ve doğal dünyadan soyutlamalar yaratarak, izleyiciyi sorgulayıcı bir deneyim içine davet etti.

Wassily Kandinsky, modern sanatın gelişiminde sadece bir sanatçı değil, aynı zamanda bir düşünür olarak da öne çıkmaktadır. Sanatıyla, hem bireysel bir estetik ifade yaratmış hem de sanatsal dilin yeniden yorumlanmasına katkı sağlayarak, 20. yüzyılın soyut sanat anlayışını şekillendirmiştir. Bu yönleriyle, Kandinsky'nin etkisi, günümüz sanatını ve sanat anlayışını derinden etkilemeye devam etmektedir.

5.1. Sanat Dünyasına Katkıları

Wassily Kandinsky'nin sanata en önemli katkılarından biri, soyut sanatın hem teorik hem de pratik temelini atmasıdır.

Resim sanatı alanında soyut anlayışın egemenleşmesine önemli katkılarda bulunan Kandinsky, bu bağlamda en önde gelen isimlerden biri olarak kabul edilmektedir. Sanatçı, kendi estetik vizyonundan asla taviz vermemiş, başından itibaren resim pratiğinde sürekli denemeler yapma cesaretini göstermiştir. Sanat ürünlerinin ideolojik bir kuşatma altına alınmaya çalışıldığı dönemlerde, Kandinsky, sanattan yana tavır alarak sanatın özgürlüğünü ve bağımsızlığını savunmuştur.

Özellikle Rusya'da sanatı devrimsel bir ideolojiye hizmet ettirmek üzere yapılan baskıların yoğunlaştığı dönemde, Kandinsky bu yaklaşımı eleştirmiştir. Sanatın ideolojinin aracı hâline gelmesine karşı çıkarak, sanatın bağımsız bir alan olması gerektiğine inanmış ve sanatçının bireysel yaratım sürecinin, toplumsal ve politik ideolojilerden bağımsız bir şekilde sürdürülmesi gerektiğini savunmuştur. Bu düşünce, Kandinsky'nin sanat felsefesinin temel taşlarından birini oluşturmakta ve onun, sanatın evrensel bir dil olarak kalması gerektiği yönündeki inancını pekiştirmektedir.

Kandinsky, karşılaştığı benzer durumlar karşısında da bu düşüncelerini korumuş ve sanatsal ereklerine ulaşamayacağı koşullar oluştuğunda, bulunduğu ortamdan ayrılarak düşüncelerini Avrupa'da gerçekleştirme çabasına girmiştir. Bu noktada, Avrupa'nın daha liberal sanat ortamı, Kandinsky'nin soyut sanat anlayışını geliştirebilmesi için uygun bir zemin sunmuştur. Eserleri, doğanın soyut bir yansıması olarak bireyin içsel duygularını ifade etmeyi amaçlamakta ve bu açıdan, sanatın bireysel deneyimlerle bağ kuran bir araç olarak işlevini ortaya koymaktadır.

Wassily Kandinsky, sanatındaki yenilikçi ve bağımsız yaklaşımıyla, soyut sanatın temellerini atmış ve sanatın ideolojik baskılar altına alınmasına karşı durarak, sanatçıların yaratım süreçlerindeki özgürlüklerini korumalarına yönelik teşviklerde bulunmuştur. Bu bağlamda, Kandinsky'nin

sanatsal duruşu, sadece döneminin sanatsal tartışmalarını değil, aynı zamanda günümüz sanat pratiğini de etkilemeye devam etmektedir.

Ayrıca Kandinsky, sanatı sadece bir ifade aracı olarak değil, aynı zamanda bir deneyim alanı olarak da görmüştür. Onun sanatı, izleyiciyi sanat eserinin ötesine geçmeye ve kendi içsel duygularıyla yüzleşmeye teşvik etmektedir. Bu estetik yaklaşım, izleyicinin sanatla etkileşime geçmesini sağlarken, sanat eserinin anlamını ve değerini de derinleştirmiştir. Kandinsky'nin sanatı, bireysel ve toplumsal duyguları bir araya getirerek, izleyiciyle eser arasında güçlü bir bağ oluşturarak, sanatın anlamını yeniden tanımlamıştır.

Kandinsky'nin eğitmenlik dönemi, sanatın öğrenim alanında kayda değer bir etki yaratmıştır. Bauhaus gibi sanat okullarındaki eğitmenliği, sanat eğitiminde önemli yeniliklere kapı aralamıştır. Burada, farklı disiplinler arası bir yaklaşım benimseyerek sanatın çeşitli alanları arasında köprüler kurmayı başarmıştır. Bu interdisipliner yaklaşım, sanatın sadece plastik sanatlarla sınırlı olmadığını, aynı zamanda mimarlık, tasarım, müzik ve diğer alanlarla ilişkilendirilebileceğini göstermiştir. Bu bağlamda, Kandinsky, sanat eğitiminde yenilikçi ve süreklilik arz eden bir anlayış geliştirerek, öğrencilerin sanatı daha geniş bir perspektiften algılamalarında etkili olmuştur.

Kandinsky'nin sanatı ve teorik yazıları, sanat tarihçileri ve eleştirmenleri tarafından sıkça referans gösterilen önemli kaynaklar haline gelmiştir. Onun eserleri, özellikle renk teorisi ve soyut form üzerine yazdıkları, günümüzde bile sanatçılara ve sanat eğitmenlerine ilham vermektedir. Kandinsky, sanatı sadece bir nesne olarak değil, aynı zamanda bir iletişim ve deneyim süreci olarak görmesiyle, sanatçıların ve izleyicilerin sanatı nasıl deneyimlediğini köklü bir şekilde değiştirmiştir.

Kandinsky'nin sanat dünyasına katkıları, yalnızca kendi eserleriyle sınırlı kalmamış, aynı zamanda sanatın evrimine dair geniş bir etki yaratmıştır. Onun soyut sanat anlayışı, birçok sanat akımının gelişiminde belirleyici olmuş ve modern sanatın yeni bir yön kazanmasına katkıda bulunmuştur.

5.2. Diğer Sanatçılar Üzerindeki Etkileri

Wassily Kandinsky'nin sanatı, yalnızca kendisiyle sınırlı kalmamış, aynı zamanda takip eden birçok sanatçıyı da derinden etkilemiştir. Soyut sanatın öncüsü olarak, Kandinsky'nin çalışmaları, çağdaş sanat hareketleri arasında önemli bir referans noktası haline gelmiştir. Abstraksiyonizm ve Soyut Ekspresyonizm gibi hareketlerin gelişiminde, Kandinsky'nin etkisi son derece belirgindir. Sanatçılar, onun soyut form ve renk kullanımıyla, kendi içsel duygularını ve deneyimlerini ifade etme yolculuğuna çıkmışlardır.

Özellikle PietMondrian gibi sanatçılar, Kandinsky'nin soyut sanat anlayışından ilham alarak, kendi eserlerinde daha geometrik bir soyutlama geliştirmiştir. Mondrian, renk ve şekilleri daha düz ve düzenli bir biçimde kullanırken, Kandinsky'nin duygusal ve ruhsal boyutunu eserlerine yansıtmıştır. Bu anlamda, Mondrian'ın çalışmaları, Kandinsky'nin soyut sanata getirdiği yenilikçi anlayışın bir yansıması olarak değerlendirilebilir.

Jackson Pollock, Soyut Ekspresyonizm'in önemli bir temsilcisi olarak, Kandinsky'nin sanatıyla bağlantılı bir diğer sanatçıdır. Pollock, Kandinsky'nin duygusal yoğunluğu ve içsel deneyimi vurgulayan yaklaşımlarını benimsediği gibi, onun spontaneite anlayışını da eserlerinde uygulamıştır. Pollock'un damlatma tekniği, Kandinsky'nin soyut dilini daha da ileri taşıyan ve izleyicinin duygusal tepkilerini tetikleyen bir uygulama olarak ortaya çıkmıştır. Kandinsky'nin esin kaynağı olan renk ve biçim arasındaki ilişki, Pollock'un çalışmalarında da belirgin bir şekilde görülmektedir.

Sanatçılar arasındaki bu etkili alışveriş, sadece soyut sanat ile sınırlı kalmamış, aynı zamanda sanat teorisi üzerine tartışmaların da zenginleşmesine yol açmıştır. Kandinsky'nin yazıları ve sanata dair düşünceleri, sanatçılar arasında bir diyalog başlatmış, sanatın toplumsal ve bireysel algısında önemli değişimlere neden olmuştur. Böylece, Kandinsky'nin sanatı, sadece görsel bir deneyim değil, aynı zamanda düşünsel bir etkileşim alanı olarak da kabul edilmeye başlanmıştır.

Kandinsky'nin diğer sanatçılar üzerindeki etkisi, yalnızca bireysel sanatçıların sanatsal pratikleriyle sınırlı kalmamış, aynı zamanda sanat akımlarının evrimine ve sanat tarihindeki değişimlere yön veren önemli bir etken olmuştur. Onun sanatı, çağdaş sanat üzerinde kalıcı bir etki bırakarak, birçok sanatçının şekillenmesinde ve ifade biçimlerinin gelişiminde belirleyici bir rol oynamıştır.

5.3. Günümüzdeki Yansımaları

Günümüzde, Wassily Kandinsky'nin sanatı, modern ve çağdaş sanat dünyasında derin etkilerini sürdürmektedir. Özellikle soyut sanat pratiğinde, onun öğretilerinin ve estetik anlayışının izleri açıkça görünmektedir. Kandinsky, sanatın belirli kurallara ve geleneğe dayanmaksızın özgürce ifade edilebileceğini göstermiştir. Bu anlayış, günümüz sanatçıları için bir ilham kaynağı olmanın yanı sıra, sıra dışı ve yenilikçi yollarla sanatlarını geliştirmelerine olanak tanımıştır.

Günümüz sanatçıları, Kandinsky'nin renk ve form üzerindeki etkisini sanatlarının temel unsuru haline getirirken, onun soyutlama anlayışını kendi perspektifleriyle harmanlayarak yeni ve özgün eserler ortaya koymaktadırlar. Örneğin, günümüzde birçok sanatçı, Kandinsky'nin kullandığı cesur

renk paletlerini ve dinamik formları kendi çalışmalarında uygulamakta, izleyicilere aynı duygusal ve ruhsal deneyimi sunmayı hedeflemektedir. Onun sanatındaki sezgisel yaklaşım, günümüz sanatçılarının kendi içsel dünyalarını keşfetmelerine ve bunu eserlerine yansıtmalarına olanak sağlamakla beraber, soyut sanatın toplumsal ve bireysel algısındaki önemini de vurgulamaktadır.

Kandinsky'nin sanatı, psikolojik ve duygusal bağlamda sanatın algılanışını derin bir şekilde etkilemiştir. Özellikle günümüzde sanat terapisi ve psikoloji alanında yapılan çalışmalar, renklerin ve formların insanlar üzerindeki psikolojik etkilerini keşfetmeye yönelik yoğun bir ilgiye dönüşmüştür. Kandinsky, sanatının özünü oluştururken insan ruhunun derinliklerine inmiş, renklerin ve formların duygusal yankılarını araştırmıştır. Bugün, sanat terapisi alanında oldukça popüler olan bu renk ve form analizi, Kandinsky'nin teorileri ışığında daha derinlemesine incelenmekte ve sanat uygulamaları aracılığıyla iyileşme süreçlerine katkıda bulunmaktadır. Sanat terapisi seanslarında, Kandinsky'nin renk teorisi sıkça referans alınmakta, bireylerin duygusal durumlarını ifade etmelerine olanak tanımaktadır.

Kandinsky'nin etkisi sadece sanat dünyasıyla sınırlı kalmamış, aynı zamanda onu çevreleyen felsefi ve psikolojik tartışmalara da zemin hazırlamıştır. Onun sanata bakış açısı, bireyin içsel dünyasının dışavurumu olarak değerlendirildiğinde, sanatın topluma katılımı ve bireysel duyguların ifade biçimleri üzerine yapılan tartışmalara katkıda bulunmaktadır. Günümüzde sanat, toplumdaki bireylerin duygusal ve psikolojik durumlarını anlama ve ifade etme aracı olarak görülmekte, bu yönüyle de Kandinsky'nin mirası, günümüz sanat anlayışını şekillendiren önemli bir unsur olmaktadır. Sanat eserleri, yalnızca birer görsel nesne değil; aynı zamanda derin duygusal ve toplumsal yükler taşıyan, bireylerin deneyimlerini yansıtan ifade biçimleri olarak değerlendirilmektedir.

Modern sanatın kabulü, Kandinsky'nin etkisinin sınırsızlığı ile de ilişkilidir. Soyut sanatın, özellikle de onun etkisi ile gelişen bir yönü olarak kabul edilen analitik soyutlama, günümüzde birçok sanatçı tarafından benimsenmekte ve farklı yorumlarla yeniden yorumlanmaktadır. Sanatın çeşitli biçimlerde, özellikle dijital sanat ve enstalasyonlar gibi yenilikçi alanlarda, Kandinsky'nin soyut anlayışından esinlenerek yaratılan eserler, çağdaş sanatın sınırlarını genişletmekte; bu süreçte sanatçılar, izleyici ile etkileşimi derinleştirmeyi hedeflemektedir.

Günümüzde birçok sanat galerisi ve müze, Kandinsky'nin eserlerini sergileyerek sanatı ve onun etkisini kitlelere ulaştırmayı amaçlamaktadır. Bu sergiler, izleyicilere Kandinsky'nin estetik anlayışını ve çağdaş sanat üzerindeki etkisini yorumlama fırsatı sunmakta; aynı zamanda,

Kandinsky'nin sanata olan katkılarının değerini bir kez daha gözler önüne sermektedir. Sanatçının eserleri, sanatseverlere ve yeni nesil sanatçılara ilham vermeye devam etmekte; böylece Kandinsky'nin sanatı, zaman ve mekân kavramlarının ötesinde bir yolculuğa çıkmaktadır.

Wassily Kandinsky, sanat dünyasına kattığı yenilikçi fikirler ve soyut sanatın temellerini atmasıyla hem döneminde hem de günümüzde önemli bir figür olarak varlığını sürdürmektedir. Onun etkisi, sadece kendi özgün eserleri ile sınırlı kalmamış, aynı zamanda sanat anlayışının geniş yelpazede nasıl yankı bulduğuyla da ölçülmektedir. Kandinsky'nin sanatı, günümüz sanatçıları için ilham kaynağı olmaya devam etmekte ve sanatın evrimine katkı sağlamaktadır. Sanatı bir ifade biçimi olarak yardımlaşma ve birbirimizi anlama aracı olarak gören günümüz anlayışı, Kandinsky'nin ruhsal ve duygusal öğretilerinin bir yansıması olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç

Sanat tarihinin önemli bir dönemciği olarak kabul edilen yüzyılın ilk yarısı, çeşitli sanat akımlarına ev sahipliği yapmış ve sanatın toplumsal, kültürel ve felsefi bağlamda dönüşmesine zemin hazırlamıştır. Bu dönemde, Wassily Kandinsky'nin sanat anlayışı ve soyut sanat pratiği, sanatın ruhsal ve duygusal boyutlarını derinlemesine araştıran ve gözler önüne seren önemli bir etki yaratmıştır. Kandinsky'nin sanatı, sadece kendi döneminin sanatçıları üzerinde değil, aynı zamanda sonraki nesillerin de sanatsal bakış açılarına yön vermesi açısından büyük bir öneme sahiptir.

Yüzyılın ilk yarısı, modern sanatta köklü değişimlerin gözlemlendiği bir dönem olarak öne çıkmaktadır. Sanat, geleneksel biçimlerden sıyrılarak daha soyut ve deneysel bir yapıya bürünmüş; bu süreçte, sanatçılar bireysel deneyimlerini ve içsel duygularını ifade etmenin yeni yollarını aramışlardır. Bu dönüşüm, Empresyonizm, Fovizm, Konstrüktivizm gibi farklı sanat akımlarının ortaya çıkmasına zemin hazırlamış; sanatçılar, renk ve form cetvellerini kırarak daha soyut temalara yönelmişlerdir. Kandinsky, bu dönüşüm içerisinde en etkili isimlerden biri haline gelmiş; soyut sanatın öncüsü olarak, sanat ile ruhsal deneyim arasındaki ilişkiyi derinlemesine keşfetmiştir. Dönemin özellikleri ile, Kandinsky'nin yaklaşımı, sanatın sadece bir görsel ifade biçimi olmaktan öte, bireyin içsel dünyasını aktarabileceği bir araç haline gelmesini sağlamıştır.

Wassily Kandinsky'nin sanatı, derin duygusal ve ruhsal katmanları ile izleyicilere yalnızca görsel bir deneyim sunmakla kalmamış, aynı zamanda çok boyutlu bir keşif alanı oluşturmuştur. Onun eserleri, soyut formlar ve ölçülü renk kullanımı ile dolup taşarken, aynı zamanda her izleyicide farklı duygusal tepkiler uyandırmayı hedeflemiştir. Kandinsky, sanatı bir iletişim dili olarak

görmekte ve renklerin, çizgilerin ve formlarının her birinin belirli duygusal etkiler yarattığını savunmuştur. Bu doğrultuda, eserleri izleyicilere kendi iç dünyalarını keşfetme ve duygularını ifade etme fırsatı tanımaktadır. Kandinsky'nin sanata sağladığı bu derinlik, günümüzde sanat terapisi gibi alanlarda halen geçerliliğini korumakta ve sanatın ruhsal iyileşme üzerindeki etkisine dair önemli çıkarımlar yapılmasına olanak sunmaktadır.

Wassily Kandinsky'nin sanatı ve onun dönemin sanatsal dönüşümünde oynadığı rol, sadece kendi eserleriyle sınırlı kalmayıp, sanatın toplumsal ve bireysel algısının evriminde de büyük bir etkide bulunmuştur. Bu bağlamda, sanat anlayışlarının gelişimi üzerine yapılan çalışmalar, çağdaş sanatın temel bileşenlerine ışık tutmakta ve Kandinsky'nin mirasının önemi bir kez daha vurgulanmaktadır.

Bu araştırma, Kandinsky'nin sanatı ve onun çağdaş sanat üzerindeki etkisi üzerine yapılmış kapsamlı bir analiz sunmaktadır. Elde edilen bulgular, Kandinsky'nin soyut sanat anlayışının modern sanatın gelişiminde ne denli merkezi bir rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca, sanatın birey- toplumsal ilişkileri bağlamında nasıl bir aracı işlevi gördüğü, Kandinsky'nin estetik anlayışına derinlemesine bağlılık sergilemektedir.

Gelecek çalışmalar için öneriler, araştırmaların daha geniş bir bağlamda yapılmasını içermektedir. Özellikle Kandinsky'nin eserlerinin farklı kültürel ve toplumsal arka planlar ile nasıl etkileştiğinin incelenmesi, sanata dair yeni bakış açıları geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, Kandinsky'nin teorik metinlerinin ve uygulayıcı sanat pratiğinin, günümüzdeki sanat akımlarındaki yansımaları üzerine daha kapsamlı çalışmalar yapılması; sanat terapisi ve psikoloji alanında da derinlemesine etkileşim ve analizlerin gerçekleştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu sayede, Kandinsky'nin sanata dair bıraktığı miras daha geniş bir çerçevede değerlendirilerek, gelecekteki sanat pratiklerine ışık tutabilir.

Wassily Kandinsky'nin sanatı ve onun dönemin sanatsal dönüşümünde oynadığı rol, sadece kendi eserleriyle sınırlı kalmayıp, sanatın toplumsal ve bireysel algısının evriminde de büyük bir etkide bulunmuştur. Bu bağlamda, sanat anlayışlarının gelişimi üzerine yapılan çalışmalar, çağdaş sanatın temel bileşenlerine ışık tutmakta ve Kandinsky'nin mirasının önemi bir kez daha vurgulanmaktadır.

Kaynakça

Antmen, A. (2009). 20.yy. Batı Sanatında Akımlar, İstanbul; Sel Yayıncılık.
Bazin, G. (1998). Sanat Tarihi, İstanbul; Sosyal Yayınlar.
Beksaç,E. (2000) Avrupa Sanatına Giriş, İstanbul; Engin Yayınları.
Cumming, R. (2008) Görsel Rehberler / Sanat, İstanbul; İnkılap Yayınevi.

Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi (1997) c.3, İstanbul; YEM Yayınları.
Erden, O. (2012) Modern Sanat Hakkında Bilmemiz Gereken Her Şey. İstanbul; Boyut Matbacılık.
Ersoy, A. (1995). Sanat Kavramlarına Giriş, İstanbul; Yorum Sanat Yayınları.
Gombrich, E.H, (1997). Sanatın Öyküsü, İstanbul; Remzi Kitabevi.
Oskay, B. (2010), 20.Yy. Modern Resim Sanatının Soyutlaşma Nedenleri, Yeditepe Üniversitesi, Plastik Sanatlar Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
Polat, A. (2019) 20. Yüzyılın İlk Yarısında Yüzey Kurgulamada Soyut Resmin Geometrik Dönüşümleri, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.
Sabahat, H. (2012) 20. Yüzyılın İlk Yarısında Avrupa Sanatı ve Soyut Resmin Öncüsü Vasily Kandinsky, Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sivas.
Serullaz, M. (1998). Empresyonizm Sanat Ansiklopedisi, İstanbul; Remzi Kitabevi.
Tunalı, İ. (2008), Felsefenin Işığında Modern Resim, İstanbul; Remzi Kitabevi.
Türkmenoğlu, D. (2021) Tarihsel Gelişimi İçerisinde WassılyKandınsky ve Franz Marc'ın Soyut Anlayışları, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 9, Sayı: 123, Aralık 2021, s. 20-28
Yılmaz, M. (2013) Modernden Post Moderne Sanat, Ankara; Ütopya Yayınevi.
Wolf, N. (2005), Dışavurumculuk (Ekspresyonizm), İstanbul; Remzi Kitabevi.

Görsel Kaynakça

Görsel 1- https://www.istanbulsanatevi.com/ekoller/kubizm/pablo-picasso-ayna-onundeki-kiz/ Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 2- https://tr.wikipedia.org/wiki/Fountain_%28Duchamp%29#/media/Dosya:Marcel_Duchamp,_1917,_Fountain,_photograph_by_Alfred_Stieglitz.jpg Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 3- https://www.istanbulsanatevi.com/sanatcilar/soyadi-m/monet-claude/claude-monet-gun-dogumu-896/ Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 4- https://www.istanbulsanatevi.com/resimler/james-ensor-olumle-yuzlesen-maskeler/ Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 5- https://www.istanbulsanatevi.com/sanatcilar/soyadi-m/munch-edward/edward-munch-ciglik-9139/ Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 6- https://www.istanbulsanatevi.com/sanatcilar/soyadi-m/magritte-rene/rene-magritte-idolun-dogusu-951/ Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 7- https://www.istanbulsanatevi.com/sanatcilar/soyadi-b/braque-georges/georges-braque-sise-ve-baliklar-1417/ Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 8- https://www.istanbulsanatevi.com/sanatcilar/soyadi-d/duchamp-marcel/marcel-duchamp-trende-uzgun-genc-adam-6639/ Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 9- https://www.istanbulsanatevi.com/sanatcilar/soyadi-m/malevich-kazimir/kazimir-malevich-kar-sonrasi-sabah-3589/ Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 10- https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_paintings_by_Wassily_Kandinsky#/media/File:Kandinsky_-_Gr%C3%BCngasse_in_Murnau,_1909.jpg Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 11- https://www.istanbulsanatevi.com/sanatcilar/soyadi-m/monet-claude/claude-monet-saman-yiginlari-yaz-sonu-10881/ Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 12- https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_paintings_by_Wassily_Kandinsky#/media/File:The_Ludwigskirche_in_Munich,_by_Wassily_Kandinsky,_1908_AD,_oil_on_cardboard_-_Museo_Nacional_Centro_de_Arte_Reina_Sof%C3%ADa_-_DSC08734.JPG Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 13- https://en.wikipedia.org/wiki/The_Blue_Rider_(Kandinsky)#/media/File:Wassily_Kandinsky,_1903,_The_Blue_Rider_(Der_Blaue_Reiter),_oil_on_canvas,_52.1_x_54.6_cm,_Stiftung_Sammlung_E.G._B%C3%BChrle,_Zurich.jpg Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 14-

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_paintings_by_Wassily_Kandinsky#/media/File:Blue_Mountain_by_Vasily_Kandinsky,_1908-09.JPG Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 15-
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_paintings_by_Wassily_Kandinsky#/media/File:Vassily_Kandinsky,_1913_-_Composition_7.jpgErişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 16-
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_paintings_by_Wassily_Kandinsky#/media/File:Wassily_Kandinsky_-_Improvisation_26_(Rudern)_-_GMS_66_-_Lenbachhaus.jpgErişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 17-
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_paintings_by_Wassily_Kandinsky#/media/File:Kandinsky_-_Jaune_Rouge_Bleu.jpg Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 18-
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_paintings_by_Wassily_Kandinsky#/media/File:Kandinsky_-_Composition_8,_July_1923.jpg Erişim Tarihi: 06.04.2025
Görsel 19-
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_paintings_by_Wassily_Kandinsky#/media/File:Wassily_Kandinsky_-_Entwurf_3_zu_%22Komposition_VII%22_-_GMS_68_-_Lenbachhaus.jpg Erişim Tarihi: 06.04.2025

ANDY WARHOL: SANATIN POP KÜLTÜR, GÜÇ VE POLİTİKA İLE BÜTÜNLEŞİMİ

Mustafa DİĞLER
Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Karaman/ TÜRKİYE
ORCID:0000-0002-0784-4463

ÖZET

Andy Warhol, 20. yüzyıl sanatında önemli bir figür olarak, pop kültür, güç ve politika ile sanatın kesişim noktasında yer almıştır. Warhol'un çalışmaları, sadece bireysel yaratım ve estetik kaygıları değil, aynı zamanda dönemin toplumsal dinamiklerini, tüketim alışkanlıklarını ve siyasi iklimi de derinlemesine incelemektedir. Bu bildiri, Warhol'un sanatını pop kültürü perspektifiyle ele alarak, güç ve politikayla ilişkisini irdelemektedir.Sanat,tarihsel olarak toplumların düşünce yapısını ve kültürel ifadelerini şekillendiren bir yapı olmuştur. Bu açıdan bakıldığında, Andy Warhol'un eserleri, 1960'lar ve 1970'ler gibi sosyal ve kültürel değişimlerin yoğun olarak yaşandığı bir dönemde, toplumsal algıları sorgulayan bir platform sunmaktadır. Warhol, gündelik yaşamın sıradan nesnelerini; Campbell çorbası, şişe gazoz ve ünlü ikonlar gibi imgeleri sanatıyla birleştirerek sanatın evrensel dilini geliştirmiştir. Bu bağlamda Warhol, yüksek sanat ile düşük sanat arasındaki sınırları aşarak, estetik bir deneyim oluşturmaktan çok, izleyiciye kültürel eleştiride bulunma fırsatı tanımıştır.Warhol'un sanatı, pop kültürü ile örtüşen yapıları ve simgeleri kullanarak, toplumsal normların ve değerlerin sorgulanmasına olanak tanımaktadır. Örneğin, Marilyn Monroe ve Elvis Presley gibi ikonik figürlerin tekrar eden imgeleri, ünlülerin tüketim nesnelerine dönüşümünü gösterirken, aynı zamanda bu kişiliklerin tüketime tabi tutulmasıyla gelen intihar ve yabancılaşma temalarını da yansıtmaktadır. Warhol, bu imgeleri kullanarak toplumsal bir eleştiri sunmuş; sanatın endüstriyel üretim süreçleriyle birleşimini sorgulamıştır. "Sanat üretimi" kavramını, sanatı bir meta olarak tüketim kültürüne entegre etmesi açısından dikkate değerdir.Warhol'un eserleri sadece estetik bir yaklaşım sunmakla kalmaz, aynı zamanda güç dinamikleri ve siyasi yapıların sorgulanmasına da zemin hazırlar. Sanat, Warhol'a göre bir tür siyasi ifade biçimine dönüşmüştür. Özellikle, Richard Nixon'ın ve diğer politik figürlerin tasvirleri, sanatın politik bir platforma dönüşebileceğini göstermektedir. Warhol, sanat aracılığıyla halkın gözünde bu kişilerin imajlarını oluşturmuş ve bu durum, politik söylemin sanatsal bir eleştiri biçimine dönüşmesine yol açmıştır. Örneğin, Warhol'un Nixon'ı eleştiren yapıtları, sadece dönemin politik olaylarını yansıtmakla kalmaz; aynı zamanda izleyiciye derin düşünsel sorgulamalar yapma fırsatı sunar.Warhol'un tüketim kültürü üzerine eleştirileri, kapitalist

toplumun yapısal sorunlarını ortaya koymaktadır. Tüketim nesnelerinin sürekli tekrar etmesi ve bunların bir şekilde sanat eserine dönüştürülmesi, Warhol'un eserlerinde dikkate değer bir tema oluşturmaktadır. "Campbell Çorbası" ve "Çizgi Romanlar" serisi, bu bağlamda, kapitalizmin ve tüketim toplumunun ironik bir şekilde eleştirisini barındırır. Warhol, sanatının içinde bulunduğu gündelik yaşamın sıradanlığı ile tüketim kültürünün ikiyüzlülüğünü vurgulamıştır. Andy Warhol'un çalışmaları, sanatın pop kültürü aracılığıyla yeniden şekillendiğini ve güç ile politikaya olan ilişkisini sorgulayan bir döngü sunar. Warhol, sanatını sadece bireysel bir ifade biçimi olarak değil, aynı zamanda toplumsal bir eleştiri ve dönüşüm aracı olarak kullanmıştır. Warhol'un mirası, sanatın anlamını sürekli sorgulamanın ve yeniden tanımlamanın önemini vurgulamakta; bu bağlamda, onun sanatı günümüzde de çağdaş sanat pratiklerinin dinamiklerini anlamakta kritik bir role sahiptir. Böylelikle, Warhol'un eserleri, sanatın sadece estetik bir ifade olmadığını, aynı zamanda toplumsal ve politik bir söylem geliştiren bir platform olabileceğini kanıtlamaktadır.Bu bildiri, Andy Warhol'un sanatının pop kültürü ve politikayla ilişkisini derinlemesine incelemeyi hedeflemektedir. Araştırma, Warhol'un eserlerinin, yüksek sanat ve düşük sanat arasındaki sınırları nasıl aştığını, toplumsal eleştiriyi nasıl şekillendirdiğini ve sanatın endüstriyel üretim süreçleriyle kesişimini nasıl sorguladığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Beklenen sonuçlar arasında, Warhol'un eserlerinin çağdaş sanat üzerindeki etkisi ve izleyici üzerindeki yansımaları yer almaktadır. Ayrıca, Warhol'un sanatının tüketim kültürü üzerine eleştirilerinin, günümüzdeki kapitalist yapıların ve toplumsal normların sorgulanmasına nasıl zemin hazırladığına dair bulgular elde edilmesi öngörülmektedir. Sonuç olarak, bu araştırmanın, sanatın toplumsal ve politik bir söylem geliştirme potansiyelini ve Warhol'un bu bağlamdaki katkılarını daha iyi anlamamıza yardımcı olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pop Sanat,Andy Warhol, Tüketim Kültürü, Siyasi Eleştiri, Görsel Kültür

ANDY WARHOL THE INTEGRATION OF ART WITH POP CULTURE, POWER AND POLITICS

ABSTRACT

Andy Warhol, as an important figure in 20th century art, has been at the intersection of pop culture, power, politics and art. Warhol's works not only examine individual creation and aesthetic concerns, but also the social dynamics, consumption habits and political climate of the period. This paper analyses Warhol's art from the perspective of pop culture and examines its relationship with power and politics. Art has historically been a structure that has shaped the mindset and cultural

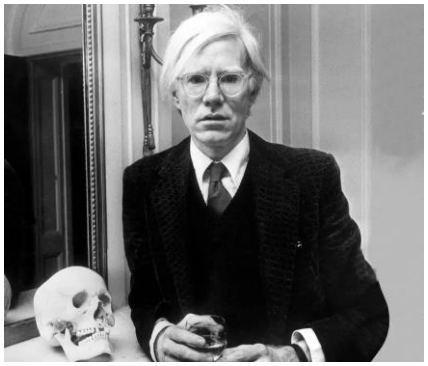
expressions of societies. From this perspective, Andy Warhol's works offer a platform that questions social perceptions in a period of intense social and cultural changes such as the 1960s and 1970s. Warhol developed the universal language of art by combining ordinary objects of everyday life; images such as Campbell's soup, bottled soda and famous icons with his art. In this context, Warhol transcended the boundaries between high art and low art, giving the viewer the opportunity to make cultural criticism rather than creating an aesthetic experience. Warhol's art enables the questioning of social norms and values by using structures and symbols that overlap with pop culture. For example, the recurring images of iconic figures such as Marilyn Monroe and Elvis Presley show the transformation of celebrities into objects of consumption, while also reflecting the themes of suicide and alienation that come with the subjection of these personalities to consumption.By using these images, Warhol presented a social criticism and questioned the combination of art with industrial production processes. It is noteworthy in terms of integrating the concept of ‘art production’ and art as a commodity into consumer culture. Warhol's works not only offer an aesthetic approach, but also pave the way for questioning power dynamics and political structures. According to Warhol, art has become a form of political expression. In particular, the depictions of Richard Nixon and other political figures show that art can turn into a political platform. Warhol created images of these people in the eyes of the public through art, and this led to the transformation of political discourse into a form of artistic criticism. For example, Warhol's works criticising Nixon not only reflect the political events of the period, but also offer the viewer the opportunity to make deep intellectual enquiries. Warhol's criticisms on consumer culture reveal the structural problems of capitalist society. The constant repetition of objects of consumption and their transformation into works of art constitute a remarkable theme in Warhol's works. In this context, ‘Campbell's Soup’ and ‘Comics’ series contain ironic criticism of capitalism and consumer society. Warhol emphasised the banality of everyday life and the hypocrisy of consumer culture in his art. Andy Warhol's work presents a cycle that questions the reshaping of art through pop culture and its relationship to power and politics. Warhol used his art not only as a form of individual expression, but also as a means of social criticism and transformation. Warhol's legacy emphasises the importance of constantly questioning and redefining the meaning of art; in this context, his art plays a critical role in understanding the dynamics of contemporary art practices today. In this way, Warhol's works prove that art is not only an aesthetic expression, but can also be a platform for developing a social and political discourse. This paper aims to analyse the relationship between

Andy Warhol's art and pop culture and politics in depth. The research aims to reveal how Warhol's work transcends the boundaries between high art and low art, how it shapes social critique, and how it questions the intersection of art with industrial production processes. Among the expected outcomes are the impact of Warhol's works on contemporary art and their reflections on the audience. Furthermore, it is anticipated that findings will be obtained on how Warhol's criticism of consumer culture paves the way for the questioning of today's capitalist structures and social norms. As a result, this research is expected to help us better understand the potential of art to develop a social and political discourse and Warhol's contributions in this context.

Keywords: Pop Art, Andy Warhol, Consumer Culture, PoliticalCriticism, Visual Culture

1. Giriş

Sanat, insanlık tarihinin en köklü ve etkileşimli ifade biçimlerinden biri olarak, kişinin içsel dünyasını ve toplumsal gerçekliği yansıtma işlevi taşımaktadır. Gelişen medeniyetlerle paralel olarak sanatsal üretim, toplumların kültürel, politik ve ekonomik yapılarının belirleyicisi olmuştur. Sanat eserleri, sadece estetik bir deneyim sunmakla kalmayıp, aynı zamanda toplumsal değişimlerin, kültürel dönüşümlerin ve politik tartışmaların da bir yansıması haline gelmektedir. Bu noktadan hareketle, sanatın popüler kültürle etkileşimi, modern çağın önemli bir olgusu olarak ön plana çıkmaktadır.



Görsel 20- Andy Varhol

Andy Warhol, 20. yüzyılın en etkili sanatçılarından biri olarak, pop sanat akımının öncüsü olarak tanımlanabilir. Özellikle, pop kültürü ile sanat arasındaki bariyerleri kaldırarak, gündelik yaşamın sıradan nesnelerini ve popüler ikonları sanatın nesnesi haline getirmiştir. Warhol'un sanatı, sadece bireysel bir ifade biçimi değil, aynı zamanda toplumsal eleştiri ve yorumlama alanıdır. Warhol, eserlerinde kullandığı yöntemler, teknikler ve kavramlar sayesinde, sanatın toplum üzerindeki etkilerinin sorgulanmasına zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda sanat eserlerine dönüştürülen

imgeler, toplumsal dönüşüm ve eleştiri temalarını öne çıkarmakta ve sanatın merkezine yerleştirmektedir.

Sanatın bu çok yönlü rolü, Warhol'un eserlerinde ortaya koyduğu dinamikler aracılığıyla daha görünür hale gelecektir. Özellikle, ünlü figürlerin, tüketim nesnelerinin ve medya imgelerinin sürekli olarak kullanılması, izleyicide hem tanıdıklık hissi uyandırmakta hem de köklü bir eleştiriyi gündeme getirmektedir. Warhol'un kendine has tarzı, sanatın toplumsal yapılarla olan etkileşimini soru işareti haline getirirken, pop kültürünün gayri resmi ve resmi anlatımlarını harmanlamaktadır.

1.1. Araştırma Probleminin Tanımlanması

Bu çalışmanın odak noktası, Andy Warhol'un sanatının pop kültür ile nasıl bütünleştiği ve bu bütünleşmenin güç ile politika üzerindeki etkilerini nasıl şekillendirdiği sorusuna yanıt aramaktır.Warhol'un eserleri, tüketim toplumunun dinamikleri ve politik iktidarların toplumsal algı üzerindeki etkilerini irdeleyen bir çerçeve sunmaktadır. Modernleşme, tüketim toplumunun doğuşu ve medya çağının etkisi, Warhol'un sanatında sıkça rastlanan temalar arasında yer almaktadır. Özellikle, imgelerin sürekli tekrar eden doğası ve ikonik figürlerin sanata kazandırdığı derinlik, toplumsal yapılarla olan etkileşimini sorgulamakta; bu durum, Warhol'un yapıtları üzerinden, sanatın politik ve kültürel söylemlerle nasıl ilişkilendirildiği konusunu gündeme getirmektedir.



Görsel 21- Andy Warhol, "Campbell's Soup Cans"; 1962

Warhol'un eserlerinde görülen imgelerin tekrarından, toplumun aşırı tüketime dayalı yaşam biçimi üzerine bir eleştiri ve sorgulama şekli çıkmaktadır. Warhol'un sanatının öznesi haline gelen pop kültür figürleri ve simgeleri, çoğu zaman belirli toplumsal değerleri, cinsiyet rolleri ve sınıfsal dinamikleri sorgulamakta; bu durum, Warhol'un eserlerinde görünür kılınmaktadır. Bu açıdan, Warhol'un sanatı, pop kültürü ile siyaseti ve gücü birleştiren bir iletişim aracı olarak işlemekte ve izleyicilere toplumsal yapıları sorgulama fırsatı sunmaktadır.

Bununla birlikte, Warhol'un sanatının benimsenmesi ve algılanması, izleyici ile eser arasındaki etkileşimi de sorgulamak için bir zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda, izleyici, Warhol'un eserlerinde büyüleyici bir deneyim yaşarken, aynı zamanda toplumsal gerçekliklere, bireysel kimliklere ve kültürel dinamiklere ışık tutan bir düşünme sürecine yönlendirilmektedir. Böylece, Warhol'un sanatı üzerinde yoğunlaşmak, süregelen sanat-düşünce diyalogunu ve sanatın toplumsal bağlamda nasıl şekillendiğini anlamak açısından büyük bir önem taşımaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Warhol'un sanatı, dönemin toplumsal ve siyasi çalkantılarından etkilenmiştir. Bu bağlamda, araştırma, Warhol'un yaklaşımlarının, döneminin kültürel ve politik dinamikleri ile nasıl örtüştüğünü analiz etmeyi hedeflemektedir. Önemli olan bir diğer konu ise günümüz sanat pratiği içindeki yansımaların ortaya konulmasıdır. Warhol'un sanatının sadece bireysel bir ifade biçimi değil, aynı zamanda toplumsal bir eleştiri aracı olarak da işlev gördüğü vurgulanacaktır. Böylece, sanatın sosyal bir değişim aracı olabileceği fikri, bu çalışma ile desteklenmiş olacaktır.



Görsel 22-Andy Warhol, "Grevy's Zebra" (Grevy'nin Zebrası); 1983

Warhol'un pop kültürü içindeki yeri, üretim süreçlerinde kullandığı alışılagelmiş imgeler ve sıradan nesnelerle buluşmasıyla özel bir anlam kazanmıştır. Araştırmanın önemi, Warhol'un eserlerinin yalnızca sanatsal değer taşımasıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda çağdaş toplumun dinamiklerine ışık tutmasıdır. Bu süreçte, Warhol'un sanatını incelerken, onun eserlerinin izleyici üzerinde bıraktığı etki ve toplumsal algı üzerinde oluşturduğu soruları da gündeme getirme fırsatı bulacağız.

Warhol'un sanatı, bireysel ve toplumsal kimlikler arasındaki gerilimi yansıtmakta; bu da sanatın sadece bir ifade biçimi olmadığını, aynı zamanda derin toplumsal sorunları açığa çıkaran bir araç olduğunu göstermektedir. Araştırmanın kısa vadeli bir katkısı, Warhol'un eserlerini ve

düşüncelerini günümüz sanat pratiği ile ilişkilendirerek yeni bir yorumlama perspektifi sunmaktır. Uzun vadede, bu çalışma, sanat tarihi ve eleştirisi alanındaki literatüre katkıda bulunarak, Warhol'un mirasının anlaşılırlığına dair derinlemesine bir sorgulama geliştirmeyi amaçlamaktadır.

1.3. Yöntem ve Kapsam

Bu araştırmada kullanılan yöntemler ve kapsam, Andy Warhol'un sanat eserlerini ve pop kültürü üzerindeki derin etkilerini anlamaya yönelik bir çerçeve sunmaktadır. Araştırma, nitel bir yaklaşım benimseyerek, Warhol'un eserleri ile ilgili mevcut literatürün taranması yoluyla veri toplayacak, bu bağlamda içerik analizi ve kavramsal çerçeve oluşturma gibi yöntemler kullanılacaktır.

1.3.1. Nitel Araştırma Yaklaşımı

Nitel araştırma, sosyal bilimler alanında karmaşık olguların derinlemesine incelenmesini sağlamak için bireylerin, toplulukların ve olayların anlamlarını ve deneyimlerini anlamaya yönelik bir yöntemdir. Bu yaklaşım, Andy Warhol'un sanatını ve pop kültürü üzerindeki etkilerini analiz ederken, sadece sayısal verilere odaklanmak yerine, zengin tarihsel ve kültürel bağlamları incelemeye imkân tanımaktadır. Warhol'un sanatı, yalnızca bir estetik anlayış değil, aynı zamanda dönemin siyasi, sosyal ve kültürel dinamiklerini de yansıtmaktadır. Bu nedenle, nitel yaklaşım, Warhol'un eserlerine dair çok boyutlu bir perspektif sunarak, eserlerin toplumsal algı üzerindeki etkilerini anlamaya yardımcı olacaktır.

1.3.2. İçerik Analizi Yöntemi

Araştırmanın temel yöntemleri arasında içerik analizi yer almaktadır. İçerik analizi, yazılı, görsel veya işitsel içeriklerin sistematik bir şekilde incelenmesini sağlayan bir araştırma tekniğidir. Bu yöntemi kullanarak, Warhol'un eserlerindeki ikonografik imgelerin, temaların ve kurgusal anlatımların analizi gerçekleştirilecektir. İçerik analizi, belirli temaların ve kalıpların tanımlanmasına yardımcı olmakta, sanat eserlerinde ortaya çıkan mesajların ve sembollerin anlaşılmasını sağlamaktadır.



Görsel 23- Andy Warhol,Campbell'ın Çorba Kutusu,1964,91,44 × 60,96 cm, T.Ü.Y.B.

Warhol'un eserlerinde sıkça rastlanan imgeler, tüketim, ünlü kültürü ve toplumsal eleştiri gibi konulara dair derin anlamlar içermektedir. Örneğin, Campbell çorbası kutuları gibi sıradan nesnelerin estetik bir değer kazanması, yalnızca bir sanat pratiği değil, aynı zamanda tüketim toplumu eleştirisidir. Bu analiz, Warhol'un eserlerinin yalnızca görsel bir deneyim sunmakla kalmayıp, aynı zamanda izleyici ile etkileşim kurarak toplumsal realitelere dair sorgulamalar açtığını ortaya koyacaktır.

1.3.3. Kavramsal Çerçeve Oluşturma

Araştırmanın bir diğer önemli yöntemi, kavramsal çerçeve oluşturmaktır. Kavramsal çerçeve, araştırmada ele alınacak temel kavramların ve temaların belirlenmesini sağlar. Bu bağlamda, Warhol'un sanatı, pop kültür, güç dinamikleri ve toplumsal eleştiri gibi kapsamları incelemek için çeşitli kavramlar etrafında şekillendirilecektir. Warhol'un eserlerinde kullandığı semboller ve imgeler, bu kavramlarla ilişkilendirilerek bir çerçeve oluşturulacaktır. Bu tür bir yapı, Warhol'un eserlerinin çok katmanlı doğasının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

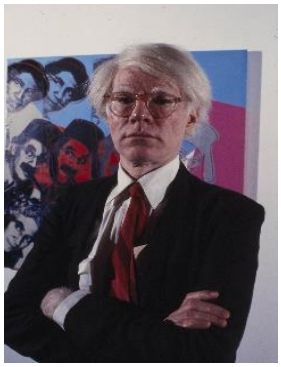
Yaratılacak kavramsal çerçeve, Warhol'un sanatı ve toplumsal dinamikler arasındaki bağlantıları belirlemek ve izleyici üzerindeki etkileri değerlendirmek açısından kritik bir rol oynayacaktır. Örneğin, "tüketim toplumu", "özgünlük", "kitlesel üretim" gibi kavramlar üzerinden, Warhol'un sanatının politik ve kültürel algılara etkisi daha net bir biçimde ortaya konulacaktır.

1.3.4. Çağdaş Sanat Tartışmaları

Araştırma, aynı zamanda Warhol'un sanatı ile çağdaş sanat tartışmaları arasındaki ilişkiye dair literatürü de inceleyecektir. Bu bağlamda, Warhol'un etkisinin çağdaş sanat pratiği içindeki yansımaları değerlendirilecektir. 20. yüzyılın ortalarından itibaren başlayan pop sanat akımının, günümüzdeki sanat pratiği üzerindeki etkileri hem teknik hem de içerik açısından irdelenecektir. Özellikle, Warhol'un sanatının günümüzde nasıl bir miras bırakmış olduğu, izleyicilerin algıları üzerindeki değişim ve dönüşümle birlikte ele alınacaktır.

Warhol'un sanatına yönelik tartışmalar, yalnızca onun dönemine değil, günümüz sanatçıları ve eleştirmenleri için de önem arz etmektedir. Çağdaş sanat pratikleri içinde Warhol'un mirasının nasıl değerlendirildiği, günümüz toplumlarının kültürel ve politik yapılarındaki dönüşümlere nasıl bir yanıt verdiği, araştırmanın önemli bileşenleri arasında yer alacaktır.

1.3.5. Kapsam



Görsel 24- Andy Warhol

Çalışmanın kapsamı, Warhol'un eserleri üzerinden gelişen pop kültürü anlayışı, güç dinamikleri ve siyasi iktidar ilişkileri ile sınırlı olacaktır. Bu çerçevede, Warhol'un ikonik işlerinin yanı sıra, onun zamanında ve sonrasında ürünleştirilen eleştirilerin ve tartışmaların detayları incelenecektir. Araştırma, Warhol'un sanatının günümüzdeki etkilerini vurgularken, aynı zamanda sanatın toplumsal dinamiklerle olan etkileşimini anlamayı hedefleyecektir.

Bu kapsamda, Warhol'un sanatı ile toplumsal eleştirinin etkileşimi araştırılarak, sanatın dinamiklerinin ve etkilerinin daha iyi anlaşılmasına önemli katkılarda bulunulacaktır. Sanatın sadece bireysel ifade biçimi değil, aynı zamanda toplumsal ve politik bir araç olarak nasıl işlev gördüğünü ele almak, bu çalışma ile mümkün olacaktır.

2. Sanatın Toplumsal Rolü

Sanat, insanlığın en derin ve zengin ifade biçimlerinden biri olup, toplumların kültürel ve sosyal yapılarına olan etkisi hayati bir önem taşımaktadır. Yılmaz'ın (2008; 37) İfadesiyle; "Toplum içinden doğan sanatın toplumsal bir kategori olduğu söylenebilir. Sanatın olmasıtoplumun var olmasına bağlıdır." Bu bağlamda, sanatın estetik bir amaç güderek hayatı ve toplumu etkileme ve onlara değer katma hedefini taşır. Yani, sanat sadece güzel şeyler yaratmakla kalmaz; aynı zamanda toplumsal değişimlere ışık tutar ve anlam kazandırır. Sanat, bu süreçte insanların yaşamlarına derinlik katarak, toplumsal değerlerin şekillenmesine yardımcı olur.

2.1. Sanat ve Toplum İlişkisi

Dizdaroğlu'nun (2024;8) ifadesiyle; "Sanat, tarihin ilk anlarından itibaren insanın kendini ifade etme biçimi olmuştur. Bunedenle ilk mağara resminden itibaren insan dönüşümünü sürdürürken sanat paralel olarakdeğişim göstermiştir."Sanat, tarih boyunca toplumların sosyal, politik ve ekonomik yapılarının bir yansıması olmuştur. Bu bağlamda, sanat eserleri yalnızca bireysel duyguların ya da düşüncelerin ifadesi değil; aynı zamanda toplumsal olayların, değerlerin ve

inançların kaydedicisi olarak da işlev görmüştür. Örneğin, Rönesans döneminde üretilen sanat eserleri, dönemin insan merkezli düşüncelerinin ve bilimsel akımlarının bir dışavurumu olarak değerlendirilmektedir. Sanatçılar, eski ve yeni dünya görüşleri arasındaki çatışmaları, sevgiyi, ölümü, insan ilişkilerini ve doğayı daha derinlemesine sorgularken, toplumun kendisini dışa vurmasına olanak tanımaktadır.

Yılmaz (2008; 38) sanatın, estetik amaçlarla biçimsel sorunlarla ilgilendiğini vurgularken, aynı zamanda genel düşünce tarihinin önemli bir parçası olduğunu belirtir. "Sanat eserleri, içinde bulunulan dönemdeki toplumsal ve düşünsel olaylarla etkileşim içinde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, bir çağın sanatını derinlemesine anlamak için o dönemin toplumsal koşullarını, akımlarını ve insanların dini, zihinsel ve siyasi düşüncelerini iyi kavramak gerekir. Ancak bu bağlamda, dönem sanatçısının yaratıcı zihnini ve hayal gücünü anlamak mümkün olur ve böylece takip eden akımların nedenleri de açığa çıkarılabilir."

Sanat ve toplum arasındaki ilişki dinamik bir etkileşim sürecidir. Sanatçılar, toplumsal sorunlara dikkat çekerek, eleştirel bir bakış açısıyla toplumu sorgulama görevini üstlenirler. Resimden müziğe, heykelden edebiyata kadar birçok sanat dalı, toplumsal cinsiyet, sınıf ayrımları, ırkçılık gibi sorunları dile getirerek toplumsal farkındalığı artırma potansiyeline sahiptir. Sanat bu bağlamda, yalnızca bir ifade aracı değil, aynı zamanda sosyal değişimleri yönlendiren bir güç olarak da karşımıza çıkmaktadır. Öncelikle sanat, toplumu kendi sorunlarını görünür kılarak ele alır; bu da insanların bu sorunları tartışmasına ve çözüm yolları aramasına neden olur.

Birey bazında, sanatın etkinliği, toplumsal aidiyet duygusunu pekiştiren bir faktör olarak da gözlemlenmektedir. Sanat yoluyla insanlar, kendi kimliklerini bulur; gruplar halinde yaşama deneyimlerini paylaşarak toplumsal bağlarını güçlendirirler. Sanat etkinlikleri, yerel kültürlerin yaşatılmasına ve bireyler arasında dayanışma ortamının oluşturulmasına yardımcı olur. Yerel bir sanat etkinliği, halkın kendi kültürel değerlerini yeniden keşfetmesine katkıda bulunurken, aynı zamanda toplumsal birlikteliği pekiştiren bir platform işlevi görebilir. Bu tür durumlarda sanat, hem bireyler arası ilişkilerin geliştirilmesine hem de bütün bir topluluğun dinamiklerinin güçlenmesine katkı sağlamaktadır.

Bu noktada, sanatın, belirli bir dönem veya tartışma üzerinden geliştiğini de unutmamak gerekir. Örneğin, 20. yüzyılda sanatçılar, özellikle iki dünya savaşı ve sosyal devrimlerin etkisiyle, toplumsal sömürü, savaş ve insan hakları gibi konulara yoğunlaşarak eserlerini bu çerçevede

üretmişlerdir. Bu durum, sanatın, zamanla değişen toplumsal meselelerle nasıl iç içe geçtiğini göstermektedir.

2.2. Sanatın İfade Biçimleri ve Dönüşümü

Yavuz (2007;34); "19. yüzyılda gerçekleşen sanayi devrimi ile birlikte teknolojik gelişmelerin hız kazanmasının, üretim ve tüketim ilişkilerini kapitalist sistem içinde yeni bir yapılanmaya yönlendirdiğini" belirtir. Ayrıca Yavuz (2007;34); "Sanayi devrimi ve sonrasındaki gelişmeler, kentleşme sürecini hızlandırarak 20. yüzyıl toplumunun ve kültürünün şekillenmesini sağlamış; bu durum, toplumların kültürel yapısını ve sosyal ekonomik ilişkilerini değiştirmiştir. Böylece, kent yapısına hızlı bir şekilde uyum sağlayan toplumlarda eski değerlerin yerini alan yeni, kültüre dayalı bir kitle kültürü egemen hale gelmiştir. Bu doğal süreç, toplumsal yapıda sosyal ve kültürel değişimlerin ortaya çıkmasına neden olmuş ve sanatın dilini de yeni bir boyuta taşımıştır. Önceden sadece belirli bir kesimin ilgisini çeken sanatsal ve kültürel etkinlikler, kitle iletişim araçlarının yaygınlaşmasıyla tüm toplumu sanatla ilişkilendiren bir duruma dönüştüğünü." İfade etmektedir.

Sanat, ifade biçimleri açısından sürekli bir dönüşüm içindedir ve bu dönüşüm, toplumsal değişimlerle paralel olarak gelişmektedir. Geleneksel sanat formlarının yanı sıra, modern ve postmodern dönemlerle birlikte yeni ifade biçimleri ortaya çıkmıştır. Özellikle teknolojinin gelişimi, sanatın yeni ifade biçimlerini desteklemiştir. Sanatçılar, yalnızca geleneksel tekniklerle değil, aynı zamanda dijital sanat gibi yenilikçi yaklaşımlarla da kendilerini ifade etme yoluna gitmektedirler. Bu bağlamda, sanatın dönüşümü, toplumun değişen dinamiklerini ve ifade biçimlerini yansıtan bir süreç olarak değerlendirilebilir.

Sanat, toplumsal ve politik dönüşümlere paralel olarak biçim değiştirirken, bu değişim aynı zamanda eleştirel bir bakış açısını da beraberinde getirmiştir. Özellikle sanayi devrimi sonrası, sanatın sosyal işlevi olduğu kadar eleştirel bir işlevi de ön plana çıkmıştır. Sanat, mevcut sosyal yapıyı sorgulamanın ve alternatif bakış açıları geliştirmenin bir yolu haline gelmiştir. Sokak sanatı ve graffiti gibi sanat biçimleri, yerel toplumların sesini duyurmak ve toplumsal sorunlara dikkat çekmek amacıyla kullanılan önemli araçlar haline gelmiştir. Bu tür sanat biçimleri, genellikle kamusal alanlarda, sanatın elit bir aktivite olmasının ötesinde herkesin erişimine açık bir ifade biçimi olduğunu göstermektedir.

Teknolojik gelişmeler, sanatın dönüşüm sürecinde kritik bir rol oynamaktadır. Dijital medya sayesinde sanat, daha geniş kitlelere ulaşma imkânı bulmuş ve sanatçılar, eserlerini global bir platformda sergileme fırsatı yakalamışlardır. İnternet, sanatçılara eserlerini sergilemenin yanı sıra,

izleyiciyle etkileşim kurma şansı da vermektedir. Bu durum, sanatın toplumsal rolünü genişleterek, daha demokratik ve katılımcı bir sanat anlayışını teşvik etmektedir. Örneğin, çevrimiçi platformlar ve sosyal medya, sanat dünyasının genişlemesine olanak tanırken, izleyicilerin sanat uygulamalarıyla doğrudan etkileşimde bulunmasına olanak sağlamaktadır.

2.3. Sanatın Birey ve Toplum Üzerindeki Etkileri

Sanatın toplumsal rolü, yalnızca toplumların dinamikleri ile sınırlı kalmayıp, bireyler üzerinde de derin bir etki bırakmaktadır. Bireylerin duygusal ve entelektüel gelişimlerine katkıda bulunan sanat, aynı zamanda toplumsal yapıları dönüştüren bir güç olarak işlev görmektedir. Sanatın birey üzerindeki etkisi, hem bireysel psikoloji hem de toplumsal psikolojiyi yönlendiren unsurları kapsamaktadır. Bu nedenle, sanat, bireylerin kendilerini ifade etmeleri, duygusal deneyimlerini paylaşmaları ve toplumsal süreçlere katkıda bulunmaları açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Sanat, bireyler için bir ifade aracı olmasının yanı sıra, bireylerin iç dünyasını keşfetmelerine ve düşüncelerini dışa vurmasına olanak tanır. Örneğin, bireyler resim yapma, müzik besteleme veya yazı yazma gibi yaratıcı süreçler aracılığıyla kendi duygu ve düşüncelerini ifade ederken, bu süreçler aynı zamanda kişisel gelişimlerine katkıda bulunur. Bu bağlamda, sanat terapisi gibi uygulamalar, sanatsal faaliyetlerin bireylerin psikolojik iyilik halleri üzerindeki olumlu etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Sanat terapisi, bireylerin duygusal acılarını ve travmalarını işleyebilmesine, kendilerini daha iyi anlamalarına ve duygusal boşluklarını kapatmalarına yardımcı olur.

Sanat aynı zamanda toplumsal aidiyet ve bir arada olma duygusunu güçlendirme potansiyeline sahiptir. Sanat eserleri, bireylerin ortak bir deneyim yaşamasına olanak tanırken, bu paylaşımlar toplumsal bağları güçlendirmektedir. Bir sanat etkinliğinde bir araya gelen bireyler, duygu ve düşüncelerini paylaşarak daha derin bir sosyal bağ oluştururlar. Bu durum, topluma olan aidiyet hissini beslerken, bireylerin kendilerini grup içerisinde tanıma ve konumlandırma süreçlerine de katkı sağlar. Özellikle yerel sanat etkinlikleri ve toplumsal projeler, bireyleri bir araya getirerek, birlikte üretim ve paylaşım süreçlerini teşvik eder.

Bununla birlikte, sanatın toplumsal değişim üzerindeki etkisi de göz ardı edilmemelidir. Sanatçılar, eserleri aracılığıyla toplumsal konuları sorgulamakta ve topluma ayna tutmaktadır. Bu noktada sanat, bireylerin toplumsal sorunları tanıması ve bu sorunlar üzerinde düşünmesini teşvik eden bir platform işlevi görmektedir. Örneğin, toplumda yaygınlaştırılan sanat eserleri aracılığıyla cinsiyet eşitliği, ırkçılık, göç ve ayrımcılık gibi konular gündeme getirilebilir. Bu tür eserler, bireylerde

toplumsal değişim konusunda bir farkındalık yaratırken, aynı zamanda toplumsal adalet arayışına yönelik bir motivasyon kaynağı olmaktadır.

Sanatın birey ve toplum üzerindeki etkileri, aynı zamanda bireylerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine de katkıda bulunmaktadır. Sanat eserleri, izleyicilerin farklı bakış açılarını değerlendirmelerine, eleştirel bir perspektiften düşünmelerine ve toplumsal normları sorgulamalarına olanak sağlamaktadır. Bu süreç, bireylerin kendi düşünce yapılarını sorgulamaları ve genişletmeleri için önemli bir fırsattır. Günümüz toplumunda, sanat yoluyla yurtseverlik, adalet, eşitlik gibi değerlere duyulan özlem, bireylerin bu kavramlar üzerinde düşünmelerini ve toplumsal yapılarının düzeltilmesine yönelik katkı sunmalarını teşvik etmektedir.

Sanatın birey ve toplum üzerindeki etkileri, çok boyutlu bir etkileşim sürecini içermekte ve bireylerin psikolojik, duygusal ve toplumsal gelişimleri üzerinde önemli sonuçlar doğurmaktadır. Sanat, sadece bir estetik deneyim sunmakla kalmayıp, aynı zamanda bireylere kendilerini ifade etme, toplumsal bağlarını güçlendirme ve toplumsal değişimlere katılma fırsatları sunarak, insanlığın ortak deneyimini zenginleştirir. Bu nedenle, sanat üzerine düşünmek ve sanatı toplumsal bir araç olarak görmek, çağdaş toplumların dinamiklerini anlamak açısından kritik bir öneme sahiptir.

3. Andy Warhol ve Pop Kültür

İngram'a (2016;7) göre; "Andy Warhol, 6 Temmuz 1928'de Pittsburgh'da, o dönemdeki adıyla Çekoslovakya'dan gelen imkânsızlıklar içinde yaşayan bir ailenin çocuğu olarak dünyaya gelir. Büyük Buhran yıllarını, göçmen işçi ailelerinin yaşadığı bir kasabada geçiren Warhol, ileride zengin ve ünlü bir ikon haline geleceği dönemde tam zıttı bir çocukluk yaşar. Katolik bir ailede büyüyen Warhol, haftada iki kez Saint Johns Kilisesi'ni ziyaret ederek ikonalarla tanışır."

Şençalar (2019;30), İkinci Dünya Savaşı sonrasında özellikle 1950'lerin ikinci yarısından 1960'ların sonuna kadar Batı kültüründe sarsıcı bir değişim yaşandığını ifade eder. "Bilim ve teknolojinin ilerlemesi ve iletişim imkanlarının artmasıyla birlikte, ülkeler arasındaki sınırlar kaybolur. Bu durum, nesne, özne ve özneler arasındaki ilişkilerin değişimine yol açar ve her birinin politikleşmesini sağlar. Frankfurt Okulu'nun disiplinler arası çalışma yaklaşımı, bu dönemde birkaç öncü isim aracılığıyla sanata da yansır. Sanatçılar, eski ustalar ve farklı sanat akımları arasında geçişkenlik kurarak, sanat disiplinleri arasındaki duvarları yıkarlar. Böylece, sadece sanat anlayışları değil, aynı zamanda sanat kavramları da iç içe geçmiş ve birbiri içinde erimiş bir dönem ortaya çıkar."

Coşkun'a (2012;841) göre, "popüler kültür" terimi ilk olarak Amerika'da geniş halk kitleleri bağlamında tartışılmış ve bu kavram, seçkin kesimin kültürüne alternatif olarak halk kültürü ile karşılaştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Endüstriyel ürünlerin gelişimiyle 19. yüzyılın sonlarında kapitalizmde önemli bir artış yaşanmış ve kitle iletişim araçlarının yaygınlaşmasıyla popüler kültür daha fazla ön plana çıkmıştır. Kapitalist dönüşümü en hızlı yaşayan ülkelerden biri olan Amerika, eğlenceden müziğe, giyimden sanata kadar her alanda kendine yeni sektörler oluşturduğu için popüler kültür kavramı da burada kullanılmaya başlamıştır."

Güler ve Uludağ'a (2020;345) göre, "popüler kültür" denildiğinde akla ilk olarak "popüler olan" ve birçok kişi tarafından tanınan, kabul gören anlamlar gelmektedir. Popüler kavramının en klasik tanımı "halka ait olan" iken, zamanla bu anlamdan farklı olarak "birçok kişi tarafından tanınmış ve kabul görmüş" anlamında kullanılmaya başlanmıştır."



Görsel 25- Andy Warhol

Andy Warhol, 20. yüzyılın en etkili sanatçılarından biri olarak, sanat dünyasında devrim yaratan bir figür olmuştur. Warhol'un sanatı, pop kültürle sıkı bir bağ içerirken, aynı zamanda sanatın doğasına dair değinilmesi gereken birçok soruyu gündeme getirmiştir.



Görsel 26-Andy Warhol, Marilyn Monroe Set, 1967,10 x 91,4 x 91,4 cm.Tuval üzeri sentetik polimer ve serigrafi mürekkepleri.

Şençalar'a (2019;46) göre, Andy Warhol, Pop Art'ın en tanınan temsilcisidir. Ticari illüstratör olarak reklam alanında elde ettiği başarıdan sonra sanat dünyasına adım atan Warhol, Coca-Cola

şişelerini, Campbell çorba konservelerini, Marilyn Monroe gibi kitle medyasının ürettiği idolleri ve Dolar banknotlarını izleyiciye sanat olarak sunar. Amerika'nın günlük yaşamına ait görüntüleri "Death and Disasters" serisiyle ölümsüzleştirmiştir. Avant-garde filmler çeken bir yönetmen, rock grubu menajeri ve sosyetenin portre ressamı olan Warhol, aynı zamanda dergi yayınlıyor, kitaplar yazıyor ve televizyon programları yapıyordu. En önemli eseri ise kendisidir. Chelsea botları, kot pantolonu, çizgili tişörtü ve deri ceketi ile sarı veya gümüş peruklarıyla Andy, kendi dönüşümünü tamamlar. Seri üretim nesnelerini ve dönemin ünlü isimlerini ikonlaştıran Warhol, en sonunda kendisini bir Pop ikonu haline getirir. Bir marka haline gelen Warhol, uluslararası bir yıldız olmuştur."

3.1. Warhol'un Sanat Anlayışı

Öğüt'ün (2008; 84) belirttiği gibi;"Andy Warhol, tüketim kültürünü ve bu kültürün içindeki görsel yığınları, ünlülerin yaşamlarını, trajik haberleri birçok kez kopyalayarak sorgulamıştır. Bu sorgulama sonucunda dönemin sorunlarını ele alan Warhol, resim sanat tarihinde yer alan yapıtları yeniden üretim sürecine sokarak kendi eserlerini üretmiştir. Daha önce ilgi görmeyen teknikleri kullanarak tüketim metalarının görüntülerini sanata dahil etmiş ve Pop Sanat'ın en önemli sanatçılarından biri olarak kendini kabul ettirmiştir.Soyut sanatın yarattığı yüksek kültür ayrımına ve yabancılaşmaya tepki gösteren Andy Warhol, sanatını yaşadığı dönemin toplumuna ve popüler kültüre yaklaştırmaya çalışmış ve sanatın basit bir tanımını yapmıştır."Ayrıca, teknolojinin ve elektronik çağın tüm olanaklarını kullanarak sanata önemli katkılarda bulunmuştur. Warhol, sanatın günlük yaşamın bir parçası haline gelişini ve günlük yaşamın sanata dönüşümünü, kitle iletişim araçlarındaki imgelerin uyandırdığı olguları eserlerinde kullanarak göstermiştir.



Görsel 27- Andy Warhol

Andy Warhol 1980'li yıllara kadar süren kariyeri boyunca sanat dünyasında kendine özgü bir yer edinmiştir. Warhol'un sanat anlayışı, öncelikle tüketim toplumu, iletişim ve medya çağının özünü yansıtmaktadır. Sanatını, yaşadığı dönemin kültürel ve toplumsal dinamikleriyle ilişkilendiren

Warhol, sanatın sadece bireysel bir ifade biçimi değil, aynı zamanda kitleler üzerinde etkili bir araç olduğuna inanmıştır.



Görsel 28- Andy Warhol, Kola Şişeleri, 1980, 31x21 cm, Suluboya ve marker kalemi

Warhol'un sanat anlayışının temel unsurlarından biri, tekrar, seri üretim ve kütle iletişimi kavramlarıdır. Sanat eserlerini, ticaretin ve tüketimin bir parçası olarak görmüş ve bu bağlamda ürettiği işleri, günlük yaşamın sıradan unsurlarını sanat nesneleri haline getirerek oluşturmuştur. Bu durum, sanatın geleneksel tanımının dışına çıkarak, sanat eserinin değeri ile tüketim ürünleri arasındaki sınırların belirsizleşmesine neden olmuştur. Warhol, "Her şeyi yapabilen bir sanatçı değilim, ben sadece bir üreticiyim" sözüyle bu yaklaşımını özetlemiştir.

Warhol'un öncülüğünde fabrikada çalışan sanat işçileri, endüstriyel toplumun taklidini yaparak seri üretim sanat eserleri üretirler. Aslında, Warhol'un üretim yöntemi, sıradan bir fabrikanın montaj hattının bir yansımasıdır.



Görsel 29-Andy Warhol – Campbell's Soup Cans 1962, Collection of MoMA

Warhol'un üretim süreci, sanatı bir endüstri haline getirmiştir; özgünlük fikrini sorgulamakta, seri üretim ve yeniden üretim kavramlarıyla ele aldığı eserleri, izleyiciler üzerinde derin bir etki bırakmaktadır. Örneğin, Campbell'sSoupCans (1962) eseri, sıradan bir çorba kutusunu sanat objesi haline getirerek, sanat dünyasında tüketim kültürüne dair meydan okuyan bir ifade biçimi oluşturmuştur. Bu tür eserler, izleyiciye sadece sanatsal bir deneyim sunmaz, aynı zamanda toplumun tüketim alışkanlıklarını da sorgulamasına yol açar.

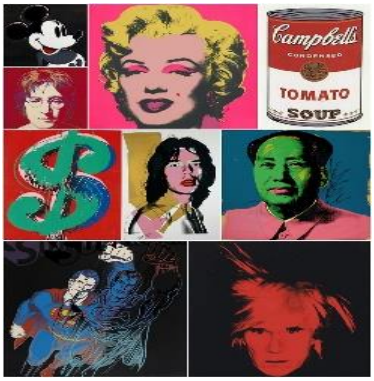
3.2. Pop Kültür ile Etkileşimi

Warhol, savaş sonrası Amerika'yı anlatmanın etkileyici bir yolunu bulmuştur. Toplumun yaşamları, bir makine hattını çağrıştırarak başlar; sabah kalktıklarında hazır bir ürün olan mısır gevreğini tüketirler. Montaj hattını betimleyen yollarda, yönlendirilebilen bir makine olan otomobil aracılığıyla işlerine giden insanlar, seri üretim yaptıkları iş yerlerinde öğle yemeği zamanı başka bir hazır yapım ürün olan fast food tüketir. Mesai saatinin sonunda, aynı montaj hattını kullanarak eve dönecek olan bu insanlar, yol üzerinde bulunan süpermarketlere uğrarlar. Süpermarket raflarından akşam yemeği için yine hazır bir ürün olan Campbell konserve çorbalarından birini veya mikro dalgada ısıtılabilen başka bir hazır gıdayı seçerler.Televizyon karşısına geçip ertesi gün için program yaparlarken, aldıkları hazır gıdayı tüketir ve bir sonraki gün hangi hazır ürünü tüketeceklerini öğrenirler.

Warhol'un sanatı, pop kültürle olan etkileşimi sayesinde kendine özgü bir biçim kazanmış, bireysel yaratıcılığın ötesinde, kitlelerin ortak deneyimlerini ve duygularını yansıtan bir platform haline gelmiştir. Pop kültürü, günlük yaşamın unsurlarını, popüler medya figürlerini ve tüketim ürünlerini sanatın merkezine yerleştirerek, geçmişteki elit sanata alternatif sunmuştur.

3.2.1. Gündelik Nesnelerin Sanatla Bütünleşmesi

Hodge'nin (2020;44) ifadesi ile; "Tüketim kültürünü ve ticarileşmeyi değerlendiren ve öven pop sanatçılar, tanınmaya başladıklarında reklamcılığı, medyayı ve alışverişi temel alan, film yıldızları, çizgi romanlar, bayraklar, ambalajlar, yiyecek gibi yalnızca azınlıkta olan aydınların değil, herkesin ilişki kurabildiği şeylere yer veren renkli imgeler ürettiler." Bu durumda, ticari motivasyona sahip pop sanatçıları, sanat yapıtlarının gerçekliği yansıtıp yansıtmadığından çok, işin ticari yönüyle ilgilendikleri görülmektedir.



Görsel 30- Andy Warhol'un çalışmalarından

Andy Warhol, sinema oyuncularından, starlara, politikacılara kadar birçok kişinin portresini, çorba ve deterjan kutularını yapmış ve bu çalışmaları oluştururken sanat ürünü ortaya çıkarmaktan ziyade seri üretimler halinde serigraf baskılar yaparak ticari amaç gütmüştür.

Warhol'un en belirgin özelliklerinden biri, gündelik nesneleri sanatsal bir çerçeveye taşıma becerisidir. Özellikle popüler markaları ve ürünleri, alışılmışın dışında bir algı yaratacak şekilde sanatının parçası haline getirmiştir. Bu noktada, Warhol'un sanatında kullandığı malzemelerin çoğu, tüketimin ve reklâmın sembolleri olmuştur. Örneğin, Coca-Cola ve Brillo kutuları gibi nesneler, toplumun tüketim kültürünü temsil ederken, aynı zamanda görsel sanatın sınırlarını açan önemli örnekler olarak değerlendirilmektedir.



Görsel 31-Andy Warhol, Chanel No. 5 (Suite of Four Posters)1997, Her bir Poster 71.5cm x 56.5cm

Warhol, gündelik nesneleri sanatsal bir bütünlük içinde değerlendirerek, izleyicilere alışıldık olanın ötesinde bir perspektif sunmuş ve sanat-sanat dışı ayrımını belirsizleştirmiştir. Bu bağlamda, "Nesneler belirsiz olacak, böylece dikkatimizi her şeyden alabilir" ifadesi, Warhol'un gündelik nesneleri nasıl sahneye koyduğunun bir yansımasıdır. Warhol'un işlerinde, sıradan nesnelerin ve markaların rolü bir sanat eseri olarak sunulduğunda, nesnenin doğası ve yaratım süreci üzerine sorular sorulmasına yol açmıştır.

Dağ'a (2019;29) göre; "Sanatçılar toplumun içinde var olan ve her gün tüketilen nesneleri hamburger, konserve, coca-cola, film afişleri vb sıradan nesneleri sanatla değerli, değerli olan ürünleri de seri halde çoğaltarak değersiz hale getirmiştir. Kitle iletişim araçları ile izleyiciye sunulan popüler kültür, dönemin içinde yaşayan sanatçıları da kapsamıştır. Gelişen teknoloji, ekonomi ve sanayi; içinde bulunan toplumu Amerikan tarzı yaşam şekline sokmuştur. Değerini yitiren sinema cinsellik, şiddet ve farklı pazarlama yöntemleri ile eski gücünü geri toplamıştır. Sinema, televizyon kısacası bütün kitle iletişim araçları popüler kültürün yayılmasını ve tüketimin

artmasını sağlamıştır. Popüler kültür ürünlerini ve tüketim toplumu ile özleşen Pop Art bu kültürün sanatı olmuştur.”

3.2.2. İkonik İmgelerin Kullanımı

Warhol’un eserlerinde sıkça rastladığımız bir diğer önemli unsur da ikonik imgelerin kullanım şeklidir. Warhol, sadece gündelik nesneleri değil; Marilyn Monroe, Elvis Presley ve Andy Warhol’un kendi portresi gibi popüler kültür figürlerini de sanatsal içerik olarak benimsemiştir. Bu figürler, pop kültürünün belirleyici sembollerini ifade etmektedir ve Warhol, bu imgeleri kullanarak tüketim kültürünün estetiğine yeni bir boyut kazandırmıştır.



Görsel 32- Andy Warhol, Marilyn Diptych, 1962, Tuval Üzerine Akrlik, 2054 x 1448 mm

Warhol'un "Marilyn Diptych" (1962) eseri, bu ikonik imgelerin nasıl dönüştürücü bir güç haline geldiğini gösterir. Bu eser, Monroe’nun yüzünü büyük boyutlarda tekrar eden bir biçimde sunarken, aynı zamanda ünlünün kitle çizgisi içindeki yaşamı ile sanat eserinin içinde bulunduğu durum arasındaki ilişkiyi sorgular. Warhol, bu tür ikonik imgeleri yönlendiren medya ve toplumun sunduğu estetiği, sanatın içerisine dâhil ederek, izleyiciyi hem hayranlık hem de eleştiriyle yüzleştirir.

Warhol'un ikonik imgeleri kullanma şekli, izleyicinin bu imgelerin anlamı ve topluma sunduğu etki üzerine düşünmesini teşvik eder. İzleyiciler, bu imgelerin ne anlama geldiğini sorgularken, pop kültürünün toplumsal normlar üzerindeki etkisini ve tüketim toplumunun sembolizmini de kavramış olurlar. Warhol, sanatın yalnızca bir estetik deneyim değil, aynı zamanda bir tartışma zemini olması gerektiğini savunmuştur.

Andy Warhol, pop kültürü ile olan etkileşimi sayesinde sanatın sınırlarını zorlayarak, gündelik nesneler ve ikonik imgeleri bir araya getirerek çağdaş sanat üzerine derin bir etki yapmıştır. Warhol’un sanat anlayışı, kitle iletişimi ve tüketim toplumu konularında önemli tartışmalar başlatmış, bireysel yaratıcılığın ötesinde kolektif bir deneyim ve kültürel bir ayna işlevi görmüştür.

Warhol'un eserleri, izleyicilere yalnızca estetik bir deneyim sunmakla kalmayıp, aynı zamanda toplumsal dönüşüm ve eleştiriyi teşvik eden bir platform sağlamaktadır. Bu bağlamda, Warhol'un sanatı, çağdaş sanatı ve popüler kültürü anlamak için vazgeçilmez bir referans noktası olarak karşımıza çıkmaktadır. Warhol'un mirası, sanatın ve pop kültürünün birbirini nasıl şekillendirdiğini anlamamıza yardımcı olurken, sanatın toplumsal yapılar üzerindeki etkisini sorgulama fırsatı sunmaktadır.

4. Güç ve Politika İlişkisi

Güç ve politika, sanatsal üretim ile toplum arasındaki dinamik ilişkileri şekillendiren başlıca unsurlardandır. Andy Warhol, bu bağlamda 20. yüzyılın en çarpıcı sanatçılarından biri olarak, sanatındaki güç dinamiklerini ve politik temaları derinlemesine ele almıştır. Warhol'un eserleri, biçimsel olarak popüler kültürün sembollerini içerirken, aynı zamanda toplumsal ve politik mesajlar da taşımaktadır.

Andy Warhol'un resmi tutumu her ne kadar siyasi tarafsızlığı ima etse de, eserleri o dönemde yaşanan siyasi ve sosyal meselelere, özellikle Amerika'nın Soğuk Savaş'a katılımına önemli ölçüde ışık tutuyordu.

4.1. Warhol'un Eserlerinde Güç Dinamikleri

Andy Warhol'un sanatındaki güç dinamikleri, onun üzerinde yaşadığı Amerikan toplumunun döneme ait değerleriyle doğrudan bağlantılıdır. Warhol, toplumun yıldız kültürü, tüketim toplumu ve medya estetiği gibi unsurlarını ele alırken, bu kavramların altında yatan güç ilişkilerini de incelemiştir. Sanatına yansıyan bu güç ilişkileri, genellikle toplumda belirleyici konumda olan figürlerde ve nesnelerde kendini göstermektedir.

Warhol'un eserleri, doğrudan güç yapılarının eleştirisini içerirken, aynı zamanda bu yapılarla kurulan bağı da sorgulamaktadır. Örneğin, "Marilyn Diptych" adlı eseri, Marilyn Monroe'nun ikonik imajını tekrar ederek, hem yıldız kültürünün hem de toplumdaki kadın imajının nasıl inşa edildiğini sorgulatmaktadır. Warhol, Monroe'yu sadece bir sanat objesi olarak değil, aynı zamanda medya ve toplumun onu nasıl tükettiğini ve dönüştürdüğünü göstererek, güç ilişkilerini de sorgulamaktadır.

Warhol'un gündelik nesneleri ve popüler imgeleri kullanması, yalnızca estetik bir deneyim sağlamakla kalmaz, aynı zamanda toplumdaki güç dinamiklerini görselleştirme ve sorgulama aracıhaline gelir. Örneğin, "Campbell's Soup Cans" serisi, bir gıda ürününü sanat eseri haline getirirken, aynı zamanda tüketim kültürü ve kapitalizmin imgelerini sorgulamaktadır. Warhol, bu

eserler aracılığıyla, güçlü markalar ve küresel iktidar yapıları arasında nasıl bir ilişki olduğunu gözler önüne serer.

4.2. Sanatın Politika Üzerindeki Etkisi

Sanat, tarihsel olarak politik bir ifade biçimi olmuştur. Warhol'un eserleri de bu geleneği sürdürerek, toplumsal ve politik meselelere dair önemli bir platform sunar. Sanat, toplumsal eleştiriyi gündeme getirir ve bireylerin bu eleştiriler üzerinden düşünmesini sağlar. Warhol, eserlerinde sadece gündelik yaşamı değil, aynı zamanda politik tartışmaları da ele alarak, sanatın toplumsal bilinç üzerindeki etkisini göstermektedir.



Görsel 33-Andy Warhol, Nine Jackies, 1964

Şençalar'ın (2019; 59) ifadesine göre; "Amerikan başkanı John F. Kennedy'nin suikaste uğrayarak ölmesinin ardından yas tutan eşi Jackie'nin medyada çıkan fotoğraflarını kullanarak oluşturduğu seride Warhol, medyanın nasıl işlediğini gözler önüne serer. Suikastten önce ve sonra çekilmiş fotoğrafları bir araya getirerek, güzel bir başlangıcın ardından çok kötü bir şekilde sona eren o üzücü günü, Jackie'nin yüz ifadeleriyle anlatır. Warhol, bütün bu trajedileri sahnelerken, Amerikan toplumunun kitle medyası tarafından yoğun bir görsel bombardımana tabi tutularak nasıl duyarsızlaştığını, bir kereye mahsus olan ölüm gerçeğini tekrarlarla izleyicilere vurgular."

4.2.1. Siyasi İkonlar ve Temsilleri

Warhol'un eserlerinde yer alan siyasi ikonlar, güç dinamiklerinin ve toplumsal meselelerin temsilinde önemli bir rol oynamaktadır. Öne çıkan siyasi figürler arasında, Başkan John F. Kennedy, Mao Zedong gibi karakterler yer almaktadır. Warhol, bu figürleri sanat eserlerinde kullanarak, onların toplumsal ve politik imgelerini yeniden yorumlamış ve farklı biçimlerde sunmuştur.



Görsel 34-Andy Warhol, Mao Zedong, 1972

Özellikle "Mao" portresi, Warhol'un bu tarzı benimsemesinin bir örneğidir. Mao'nun ikonik resmi, estetik bir sanat eseri haline getirilmiş ancak aynı zamanda bu figürün komünist ideoloji ve kültürel devrim üzerinde yarattığı etkiyi sorgulatmayı da amaçlamıştır. Mao'nun portreleri, siyasi figürlerin genellikle kamuoyunda kabul edilebilmeleri ve mesajlarının benimsenmesi için imajlarını nasıl şekillendirmek zorunda kaldıklarını gösteriyordu. Warhol'un, bu figürü pop kültürünün bir parçası haline getirerek, sanat ve ideoloji arasındaki ilişkiyi sorgulaması, onu sanat tarihinde benzersiz kılar.

Warhol, siyasi ikonları estetik bir üslupla sunarak, izleyicinin bu imgeler üzerinde düşünmesini sağlamıştır. Bu durum, siyasi figürlerin toplumda nasıl algılandığını ve kamuoyunun bu figürlere karşı olan tutumunu da etkilemeyi amaçlamaktadır. Warhol, bu eserleri aracılığıyla güç ve politikayı doğrudan ele almak yerine, izleyicileri düşünmeye ve sorgulamaya yönlendirmektedir.

4.2.2. Toplumsal Eleştiri ve İroni

Andy Warhol'un sanatı, toplumsal eleştiriyi ve ironi kavramını ön planda bulundurur. Warhol, eserlerinde sıkça kullandığı ironi yöntemiyle toplumu ve siyaseti eleştirmiştir. Popüler kültür imgelerini ve tüketim nesnelerini dönüştürürken, toplumun tüketim alışkanlıklarını, tüketim kültürünü ve medya çağını eleştirmektedir. Bu eleştirinin bir parçası olarak, Warhol'un eserlerinde yer alan ironi, izleyicilerin azınlık düşüncelerini sorgulamalarını ve alternatif bakış açıları geliştirmelerini teşvik etmektedir.



Görsel 35-Andy Warhol, Brillo Kutusu (Sabun Pedleri), 1964

Örneğin, Warhol'un "Brillo Box" (1964) eseri, bir temizlik malzemesi kutusunu, sanat eseri olarak yeniden yorumlarken, aynı zamanda tüketim toplumunun tükettiği nesnelerin sanat üzerindeki etkisini ve bu nesnelerin toplumsal algısını sorgular. Warhol, sıradan nesneleri sanatın merkezine yerleştirerek, izleyicilerin bu nesneler üzerinden toplumsal normları sorgulamasına önayak olmuştur.

Warhol'un sanatı, toplumsal eleştirinin yanı sıra, aynı zamanda ironik bir dille günümüzün politik gerçeklerini sorgulama fırsatı sunar. Bu açıdan, Warhol'un eserleri, sadece sanat dünyasında değil, aynı zamanda siyasette ve toplumsal yapılarda da değişim yaratan bir rol üstlenmektedir. İzleyiciler, Warhol'un eserleri aracılığıyla, tüketim kültürü, medya ve güç dinamikleri üzerine düşünme fırsatı bulmakta, bu bağlamda toplumsal eleştirinin önemini kavramaktadır.

Andy Warhol'un eserlerinde güç ve politika ilişkisi, sanatın toplumsal ve politik konular üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Warhol, sanatını, toplumun iktidar yapıları ve politik figürleri ile kesiştiren bir platform olarak kullanmış, bu bağlamda izleyicilerini düşünmeye teşvik etmiştir. Güç dinamikleri, Warhol'un sanatında gündelik nesneler ve ikonik imgelerle örülmüş bir şekilde ortaya çıkarken, toplumsal eleştiri ve ironi gibi unsurlarla güç ve tüketim ilişkilerini sorgulamaktadır. Bu nedenle, Warhol'un sanatı, sadece estetik bir deneyim sunmaktan öte, toplumsal yapıları eleştiren, dönüştüren ve izleyicileri düşünmeye sevk eden önemli bir araçtır. Warhol'un çalışmaları, günümüz sanatında ve sosyolojisinde önemli bir referans noktası olmayı sürdürmekte, güç ve politika ilişkisi üzerine düşüncelerimizi derinleştirmektedir.

5. Sanatın Tüketim Toplumundaki Yeri

Hodge (2020; 184) şöyle ifade etmektedir: "Tüketim kültürü, 1960'lı yıllarda tüketim toplumu tartışmalarıyla birlikte ortaya çıkmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrası insanların yaşadığı sarsıntılar, toplumsal dönüşüm süreçlerini hızlandırmıştır. Kapitalizm, gittikçe ivme kazanırken, tüketim kültürü yeni bir yaşam tarzı olarak belirmiştir. Londra ve New York'ta bu olguyla etkilenen sanatçılar, reklamcılık, pazarlama, ambalaj ve kitle iletişimi alanlarından imgeler kullanarak, eserlerini pırıl pırıl renklendirerek bu yeni akımı yansıtmışlardır."Çalışmalarda kullanılan malzemeler, imgeler, işlemler bütün yönleriyle tüketim toplumunu yansıtmıştır.

Sengir (2014; 31) şöyle belirtmektedir: "Tüketim, ihtiyaçları karşılama ve gerektiği yerde gerektiği kadar tüketime gitme eylemi olarak rasyonel bir tavrı öne çıkarırken; haz ve zevklere göre tutum sergileyen yönü ise estetik bir tavır olarak kendini gösterir. Örneğin, bir elbise almak gerektiğinde, o elbisenin moda unsurlarını düşünmek ve zevke göre tercihler yapmak, estetik özelliğin ön plana

çıkmasını sağlar. Bu nedenle, tüketimin rasyonel ve estetik bir bağlamda değer bulduğunu ifade etmek yanlış olmayacaktır.”

Tüketim toplumu, bireylerin ihtiyaç ve isteklerini çoğunlukla piyasa mekanizmaları üzerinden karşılamaya çalıştığı bir yapıyı ifade eden bir kavramdır. Bu bağlamda sanat, bir tüketim nesnesi haline gelmiş, sanatsal üretim süreçleri de ekonomik ilişkilerle iç içe geçmiştir. Andy Warhol, bu sürecin en dikkat çekici sanatçılarından biri olarak, sanatın tüketim toplumundaki yerini ve bu durumun getirdiği eleştirileri eserlerinde ustaca işleyerek, eleştirel bir bakış açısı sunmuştur.

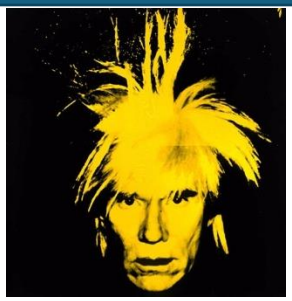
5.1. Tüketim Kültürü ve Sanat

Dizdaroğlu (2024;22) tüketim kültürünü şu şekilde ifade etmektedir; “Günümüz popüler kültürü, temel olarak tüketim kültürüdür. Bu kültür, insanları tüketmeye teşvik eder; ihtiyaçların yanı sıra çeşitli promosyonlar ve farklı haz vaatleriyle insanlara ihtiyaç olarak hissettirilen ürünleri satın almaya yönlendirir. Ayrıca, toplumsal kabul beklentisiyle modaya uymanın dayatılması gibi durumlarda ortaya çıkarken, bazen de bir başkası olma özentisi yaratır. Böylece, tüketim kültürü popülerleşerek kültür endüstrisine dönüşür ve bu endüstrinin bir aracı haline gelir.”

Tüketim kültürü, bireylerin sadece temel ihtiyaçlarını karşılamanın ötesinde, sosyal statü ve kimlik oluşturma aracı olarak nesneleri değerlendirmesini içerir. Bu tür bir kültür, bireyleri sadece tüketmeye değil, aynı zamanda sürekli yenileyerek daha fazla nesne edinmeye yönlendirmektedir. Bu genişleyen tüketim yelpazesi, sanatın formunu ve içeriğini de etkilemiş, sanat eserleri de bu tüketim döngüsünün bir parçası haline gelmiştir.

Dizdaroğlu’na (2024;23) göre; “Toplumda yöneten konumundaki bireylerin, kendi fikirlerine veya ideallerine dayanarak, diğer bireylere dayattıkları ve belirli bir yaşam tarzını günlük yaşama adapte ettikleri kültür, kitle kültürü olarak adlandırılır. Bu kavram ilk olarak Amerika’da tartışılmıştır. Kitle kültürü, halkın kültürünü ifade edebilmek için oluşan popüler kültürün bir alt dalı gibidir. Endüstrileşme ve kitlesel pazara yönelik standart ve yaygın kültürel ürünleri kapsamaktadır. Eğlenceden giyime, sanattan gündelik yaşam biçimlerine kadar geniş bir yelpazeyi içine alır ve özünde sadece tüketme eylemini barındırır.”

Sanat, özellikle 20. yüzyılın ortalarından itibaren, tüketim nesneleri ile bütünleşmiş ve çoğu zaman kitle üretim süreçleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu dönemde sanatçılar, sanatın geleneksel tanımlarını sorgulamakta ve bu bağlamda üretim süreçlerini yeniden değerlendirmektedir. Tüketim kültürüyle bağlantılı olarak, sanat eserleri hem estetik bir değer taşırken hem de ekonomik bir değer kazanmış, sanatın genel algısında önemli bir değişikliği de beraberinde getirmiştir.



Görsel 36-Andy Warhol, *Self-Portrait*, 1986, The Andy Warhol Museum

Warhol'un sanatı, bu bağlamda sanat ve tüketim arasındaki ilişkileri sorgulayan bir perspektife sahiptir. Warhol, eserlerinde sıkça gündelik yaşam nesnelerini ve tüketim simgelerini kullanarak, kitle kültürünün etkisini görselleştirmiştir. Eserlerinde popüler objelerle oynayarak, sanatın sıradan tüketim nesneleri ile nasıl iç içe geçtiğini gözler önüne sermiştir. Böylelikle sanat, sadece bireysel bir ifade biçimi olmanın ötesine geçmiş ve toplumun genel algısını şekillendiren bir araç haline gelmiştir.

5.2. Warhol'un Tüketim Üzerine Eleştirileri

Gözdaşoğlu'nun (2001) ifadesine göre; "Sanattan siyasete her alanda "popüler" kavramı ilgi görmüştür. Popüler kültürü ele alan sanat anlayışının gelişiminde önemli bir rol oynayan Pop Sanat, sanatın kutsal, dokunulmaz ve az bulunan özelliklerini, dikte edici tavrını geride bırakarak; daha az sorgulayıcı, az eleştirel, tüketimci ve eğlendirici özellikler kazandırmıştır. Bu değişimle birlikte, sanat yapıtlarının değerinin teknik mükemmelliğe ve tarihe hitap etmesine dayanan geleneksel görüş yıkılmış ve sanatın yaşamın bir parçası olması gerektiği fikri öne çıkmıştır."

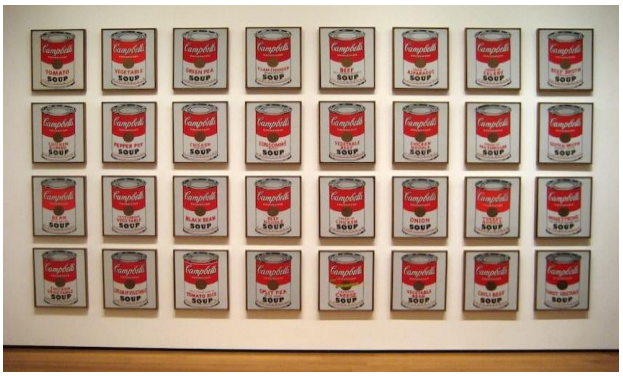


Görsel 37- Andy Warhol,Soup Can Bag, Sılkscreen,1966

Andy Warhol, sanatında tüketim toplumunun dinamiklerine dair eleştiriler geliştiren bir figür olarak öne çıkmaktadır. Onun çalışmaları, tüketim kültürünün etkilerini ve sonuçlarını irdeleyerek, bu durumu sorgulayan bir bakış açısıyla doludur. Warhol, eserlerinde tüketim, üretim ve toplumsal algı ilişkisini ortaya koymakta ve bu unsurlar arasındaki etkileşimi ele almaktadır.

5.2.1. Campbell Çorbası ve Tüketim Simgeleri

Shanes'e (2009;87) göre; "Andy Warhol'un arkadaşı Latow'un oldukça iyi bildiği üzere Warhol yirmi yılı aşkın süredir her gün çorba ve kraker yerdi ve bu nedenle onun fikri son derece verimli bir şekilde kök salmıştı. Warhol Campbell's Soup'un çeşitlerini içeren 32 küçük tuval seti üzerinde hemen çalışmaya başladı. Bu durum eserlerinde ufuk açıcı bir durumdur"



Görsel 38-Andy Warhol – Campbell's Soup Cans 1962, Collection of MoMA

Warhol'un en bilinen eserlerinden biri olan "Campbell's Soup Cans" (1962), sanatın tüketim kültürü ile olan ilişkisini somut bir örnekle ifade etmektedir. Bu eser, günlük yaşamda sıkça kullanılan bir gıda ürününü sanatsal bir öğe olarak sunarken, aynı zamanda kapitalist üretim sistemi içindeki meseleleri de gündeme getirmektedir. Warhol, bu çorba kutularını serigrafi tekniği ile üretmiş ve bu sayede sanatta tekrar kavramını öne çıkarmıştır.

Campbell çorbası, sadece bir gıda maddesi olmanın ötesinde, o dönemin tüketim toplumunun bir simgesi haline gelmiştir. Warhol'un bu eseri, sanatın içeriğini sorgularken, ayrıca tüketim toplumunun ikonik imgeleri ile sanatı bir araya getirmiştir. Bu eser, tüketim kültürünün bireyler üzerinde yarattığı psikolojik etkileri de irdelemekte ve tüketim nesnelerinin kimlik inşası üzerindeki rolünü sorgulamaktadır.

Her bir çorba kutusu, tüketicinin zihnindeki tanıdıklık algısını güçlendirirken, aynı zamanda bu nesnelerin sanatsal bir değer kazanabileceğini de göstermektedir. Warhol, bu sayede, sanatın yalnızca yüksek bir estetik deneyim değil, aynı zamanda gündelik hayatın bir yansıması olduğu düşüncesini güçlendirmiştir. Tüketim simgeleri, Warhol'un eserlerinde ironik bir dille ele alınırken, sanatın bir tüketim nesnesi olmasının getirdiği paradoksları da ön plana çıkarmaktadır.

5.2.2. Üretim ve Tüketim İlişkisi

Warhol'un sanatındaki bir diğer önemli tema, üretim ve tüketim arasındaki ilişkiye dair eleştirileridir. Tüketim toplumunun doğası, bireylerin sürekli olarak yeni nesneler edinme arzusu

üzerine şekillenmişken, Warhol bu dinamikleri sorgulayarak, sanatı ve tüketimi birbiriyle ilişkilendirmiştir. Warhol, bu ilişkiye dair bir ironi yaratmaktadır; çünkü sanatı, kitle üretiminin bir parçası haline getirirken, aynı zamanda bu sürecin eleştirisini de üstlenmektedir.



Görsel 39- Andy Warhol, "Brillo Kutuları", 1964

Öğüt'ün (2008;107) ifade ettiği gibi; "Sanatçı, 1964'te 400 adet tahta kutuyu, asistanlarının da yardımıyla süper marketlerde bulunan Brillo kutuları haline dönüştürmüştür. Brillo kutuları, süper marketlerde stok edilen ürünlerin düzensizliğini taklit ederek, sanat eserinin müzedeki yüksek kültüre ilişkin konumunu, ortaya apaçık bir ticari değer sunarak eleştirmiştir. Aynı zamanda, bu çalışmayla elitist yüksek sanat savunucularına, gündelik yaşamın değiştirilemez biçimini hatırlatır. Warhol' un işaret ettikleri konusunda haksız olduğu söylenemez. Herhangi bir yüksek sanat savunucusu, gündelik yaşamında pek çok kez kendisini kitch değerlerdeki logolar ve markalar arasındaki rekabetin ortasında, bir alışveriş seçimi yaparken bulmaktadır. Warhol'un bu sunumunda da sadece boş kutular üzerinde, Brillo markasının kendine özgü yapısı görülmektedir."



Görsel 40- Andy Warhol, "Brillo Box", 1964

Warhol'un "Brillo Box" (1964) eseri, bu durumu en iyi ifade eden örneklerden biridir. Bir markette satılan bir temizlik malzemesi kutusunu sanat eseri olarak sunarak, sanattaki özdeşleşmeyi ve piyasa değerini sorgulamaktadır. Warhol, burada, sanatın anlaşıldığı, deneyimlendiği ve tüketildiği

yolları değiştirmekte, aynı zamanda sanatın endüstriyel bir mal haline geldiğini de ortaya koymaktadır.

Warhol'un sanatı, bu anlamda bir ikilem yaratmaktadır; sanat, hem özgün bir yaratım olarak değerlendirilirken hem de tüketim nesnesi olarak algılanabilir. Bu, Warhol'un sanatını oluştururken kullandığı seri üretim tekniği ve kopya anlayışı ile doğrudan ilişkilidir. Sanatın bir nesne olarak değer kazanmasının yanı sıra, aynı zamanda onun kopyalanabilirliği, sanatseverlerin bu eserlere olan bakış açılarını da etkilemektedir. Warhol, bu eserleri ile sanatın sadece ahlaki ve estetik bir soru değil, aynı zamanda ekonomik bir değer biçimi haline geldiğini de göstermektedir. Andy Warhol, sanatın tüketim toplumundaki yerini sorgulayan ve bu konuyu derinlemesine ele alan bir sanatçı olarak önemli bir figürdür. Tüketim kültürü ile sanatı bir araya getirerek, bireylerin tüketim alışkanlıklarını ve bu alışkanlıkların sosyal yapılar üzerindeki etkilerini sorgulamaktadır. Warhol'un "Campbell's Soup Cans" ve "Brillo Box" gibi eserleri, sanatın tüketim nesneleri ile nasıl iç içe geçtiğini göstermekte, aynı zamanda bu durumun eleştirisini de içermektedir.

Warhol, eserlerinde tüketim simgelerini kullanarak, izleyicileri düşünmeye teşvik etmekte ve toplumun bu nesnelerle olan ilişkisini sorgulatmaktadır. Sanatın sadece estetik bir deneyim değil, aynı zamanda sosyal bir gerçeklik olduğunu vurgulamakta, bu bağlamda sanatın toplumsal ve ekonomik dinamiklerle olan ilişkisini derinlemesine irdelemektedir. Onun eserleri, sanatın tüketim toplumundaki rolü, gücü ve etki alanı üzerinde dikkate değer bir tartışma yaratmakta, bu nedenle Warhol'un sanatı günümüz kültürel ve sosyal yapısında önemli bir yer tutmaktadır. Warhol, sanatını, tüketim kültürünün bir parçası haline getirirken aynı zamanda bu kültürü eleştiren ve sorgulayan bir araç olarak kullanmayı başarmıştır.

6. Warhol'un Etkisi ve Mirası

Andy Warhol, 20. yüzyıl sanatının en etkili ve tartışmalı figürlerinden biri olarak, sanat dünyasında derin izler bırakmıştır. Pop sanatının öncülerinden biri olarak kabul edilen Warhol, yalnızca bireysel eserleri ile değil, aynı zamanda sanat kavramını, üretim süreçlerini ve toplumsal dinamikleri yeniden şekillendiren bir yaklaşımı ile de dikkat çekmektedir. Warhol'un sanatı, özellikle sanatın toplum üzerindeki etkilerini sorgulaması ve tüketim kültürüyle olan ilişkisini irdelemesi bakımından önemli bir miras bırakmıştır. Bu bölüm, Warhol'un etkisi üzerine değerlendirmeleri ve günümüzdeki yansımalarını inceleyecektir.

6.1. Sanatçının Etkisi Üzerine Değerlendirmeler

Warhol’un sanat anlayışı, çağında ve sonrasında birçok sanatçı üzerinde etkili olmuştur. Onun popüler kültür imgelerini kullanması ve güncel yaşamın nesnelerini sanatın bir parçası haline getirmesi, sanat üretimini dönüştüren bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir. Warhol, tüketim nesnelerini sanat eserlerine dönüştürerek, geleneksel sanat anlayışını sorgulamış ve kitle üretimi ile sanat arasındaki sınırları bulanıklaştırmıştır.

Warhol'un düşüncelerinin en belirgin özelliği, sanatın sadece yüksek sanat olma iddiasının sorgulanmasıdır. Kitle kültürü ile etkileşim içinde, sıradan objelerin ve imgelerin sanatın bir parçası olabileceğini savunmuş ve bu durumu eserlerine uygulamıştır. Özellikle "Campbell’s Soup Cans" ve "Marilyn Diptych" gibi eserleri, bu yaklaşımın somut örnekleridir. Warhol, bu eserlerinde sıradan nesneleri ve popüler ikonları kullanarak, sanat ile toplumsal gerçeklik arasında bir köprü kurmuştur.

Sanat camiasında Warhol'un etkisinin boyutları, sanat eleştirmenleri ve akademisyenler tarafından farklı şekillerde değerlendirilmekte ve tartışılmaktadır. Bazı eleştirmenler, Warhol'un sanatını yüzeysel ve tüketime dayalı bir yaklaşım olarak değerlendirirken, diğerleri onu sanat tarihinin önemli bir devrimcisi olarak görmekte ve sanatın algısını değiştirdiğini belirtmektedir. Warhol, kural tanımaz yaklaşımıyla birçok sanatçının ilham kaynağı olmuş, pop sanat akımının yanı sıra çağdaş sanatın da evrimine önemli katkılarda bulunmuştur.

Warhol’un sanatı, kitle üretimi ve sanatsal yaratıcılığı birleştiren eşine az rastlanır bir biçimde, sanatçıların geleneksel rollerini sorgulamalarına yol açmıştır. Örneğin, Jeff Koons, DamienHirst ve Takashi Murakami gibi çağdaş sanatçılar, Warhol'un etkisiyle popüler kültürü ve ticari ürünleri sanatla birleştiren yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Bu durum, Warhol’un mirasının, sanat dünyasında yalnızca estetik değil, aynı zamanda toplumsal ve kültürel boyutlarda da derin izler bıraktığını göstermektedir.

Warhol’un etkisi, yalnızca sanatçılar arasında değil, aynı zamanda medya ve popüler kültür alanında da kendini göstermektedir. Onun çalışmaları, günümüzde sosyal medya ve dijital sanatın yaygınlaşmasıyla daha da önemli hale gelmiştir. Warhol, sanatın kitlelere ulaşma biçimlerini dönüştürmüş ve sanatın tüketime dayalı yapısını sorgulamasıyla günümüz sanat dünyasında da önemli bir referans noktası olmaya devam etmektedir.

6.2. Günümüzde Warhol’un Sanat Anlayışının Yansımaları

Warhol’un sanat anlayışı, günümüzde birçok farklı biçimde kendini göstermektedir. Tüketim kültürü, sosyal medya, kitle iletişim araçları ve dijital sanat, Warhol’un sanatsal perspektifinden

beslenmektedir. Özellikle dijital platformlar, Warhol'un sanatında yer alan üretim ve tekrar etme süreçlerine paralel olarak, günümüzde sanatın üretim ve dağıtım biçimlerini yeniden şekillendirmiştir.



Görsel 41- Keiichi Tanaami, Japon Pop Art Sanatçısı

Warhol'un pop kültür imgeleri ile olan ilişkisi, günümüz sanatında hâlâ geçerliliğini korumakta, sanatçılar bu imgeleri farklı biçimlerde yorumlayarak yeni eserler üretmektedir. Bu bağlamda, Warhol'un sanatının temel unsurlarından biri olan "çoklu üretim" ilkesi, modern sanatçıların eserlerinin üretiminde de kendini göstermektedir. Günümüzde sanat, geleneksel sanat galerilerinin ötesine geçerek, sosyal medya platformları ve çevrimiçi galeriler aracılığıyla geniş bir kitleye ulaşmaktadır. Bu durum, Warhol'un eserlerinin kitle kültürü ile birleşmesini ve sanatın daha geniş bir izleyici kitlesine ulaşmasını sağlamaktadır.

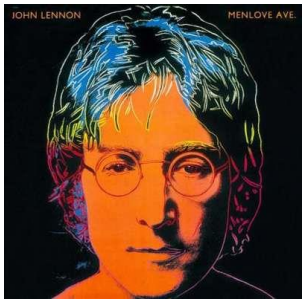
Özellikle sosyal medyanın yükselişi, Warhol'un "şöhret" ve "tüketim" kavramlarına dair düşüncelerini daha da anlamlı hale getirmiştir. Sosyal medya, sanat eserlerinin yanı sıra bireylerin kendilerini pazarlama ve tanıtma biçimlerini de değiştirmiştir. Bu bağlamda, Warhol'un "herkes 15 dakikalığına ünlü olacak" sözü, günümüzün sosyal medya çağında daha fazla geçerlilik kazanmaktadır. Kişisel markalaşmanın ön planda olduğu bu çağda, bireyler kendi imgelerini yaratmakta ve tüketim nesneleri gibi algılanmaktadır.



Görsel 42- Banksy, Kız ve Asker,2008, Bethlehem

Günümüzde bazı sanatçılar, Warhol'un pop kültürüne yaklaşımını geliştirerek, bu kavramları daha geniş perspektiflerden ele alarak güncellemektedir. Örneğin, Banksy gibi sokak sanatçıları, kitle kültürünün siyasete ve toplumsal meselelere etkisini sorgulayan eserler üretmektedir. Warhol'un popüler figürleri kullanma yaklaşımını, Banksy'nin sosyal eleştiri ile birleştirmesi, Warhol'un mirasının çağdaş sanat alanında nasıl geliştirilebileceğini göstermektedir.

Ayrıca, Warhol'un sanatında sıkça başvurduğu kopyalama ve tekrar etme süreçleri, günümüz dijital sanatında da önemli bir yere sahiptir. Dijital ortamda sanat eserlerinin çoğaltılması, bir nesnenin veya imgelerin kolayca erişilebilir hale gelmesi, Warhol'un bu tür süreçleri önceki dönemlerde nasıl ele aldığını hatırlatmaktadır. Günümüzde bu kopyalama süreçleri, sanatın özgünlüğü ve otantikliği üzerinde tartışmalara yol açmaktadır. Warhol, bu tartışmaların tohumlarını atmış ve sanatın doğası üzerine derinlemesine düşünmeye teşvik etmiştir.



Görsel 43- Andy Warhol, John Lenon Albüm Kapağı

Warhol'un etkisi, sadece sanat alanında değil, aynı zamanda modadan sinemaya, müzikten edebiyata kadar her alanda hissedilmektedir. Örneğin, pop müzik sanatçıları, Warhol'un sanat anlayışından ilham alarak şarkılarını, albüm kapaklarını ve müzik videolarını oluştururken, müzikal imgeleri ve duyguları tüketim objeleri olarak sunmayı tercih etmektedirler. Sanatın birçok farklı alanla kesiştiği bu nokta, Warhol'un mirasının çok yönlülüğünü ortaya koymaktadır.

Andy Warhol, sanat dünyasında derin etkiler bırakan ve çağdaş sanatın dinamizmini şekillendiren bir sanatçıdır. Onun tüketim toplumu ve pop kültürü üzerindeki eleştirisi, sanatın yalnızca bir estetik deneyim değil, aynı zamanda sosyal bir gerçeklik olduğunu da gözler önüne sermektedir. Warhol'un yarattığı miras, günümüzdeki sanat anlayışını dönüştürmeye ve yeniden şekillendirmeye devam ederken, onun vizyonu, sanatın toplum üzerindeki etkilerini sorgulayan ve her gelen nesle ilham veren bir kaynak olarak varlığını sürdürmektedir. Andy Warhol'un sanatı, geçmişin izlerini taşırken, güncel sorunları ele alan ve geleceği kurgulayan bir potansiyele sahiptir. Warhol, böylelikle, sadece bir sanatçı değil, sanatın yönünü değiştiren ve toplumu etkileme gücüne sahip bir kültürel ikon olmuştur.

7. Sonuç

Andy Warhol, 20. yüzyılın en etkili sanatçılarından biridir ve pop sanat hareketinin öncülerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Kendi döneminde ve sonrasında sanatı derinden etkileyen subject olarak, Warhol'un üretim süreçleri, estetik anlayışları ve popüler kültürle olan ilişkisi, sanat tarihinin dönüm noktalarından birine işaret etmektedir. Warhol'un sanatında tüketim kültürü, toplumsal dinamikler ve bireyin kimlik arayışı gibi temalar, hem kendi dönemi için hem de günümüz için son derece önemli ve tartışmalı konular olarak öne çıkmaktadır.

Warhol, sanatın yalnızca estetik bir deneyim olmadığını, aynı zamanda toplumsal ve ekonomik dinamiklerle bağlantılı bir olgu olduğunu vurgulamıştır. Onun eserleri, sanatın içerik ve forma yönelik geleneksel anlayışlarını sorgulayarak, izleyicileri düşünmeye teşvik eden bir nitelik taşımaktadır. "Campbell'sSoupCans" ve "Marilyn Diptych" gibi eserleri, sıradan nesneleri sanatın bir parçası haline getirerek, kitle tüketiminin sanat dünyasındaki rolünü derinlemesine incelemiştir. Warhol, sanatın popüler kültürün bir yansıması olduğunu göstermiş ve sanatın konumunu yeniden tanımlamıştır.

Warhol'un etkisi, yalnızca görsel sanatlarla sınırlı kalmamış, aynı zamanda moda, müzik, sinema gibi farklı disiplinlere de sirayet etmiştir. Özellikle günümüzde sosyal medyanın yükselişi ile birlikte, Warhol'un "şöhret" ve "tüketim" kavramları, daha önce hiç olmadığı kadar geçerliliğini korumaktadır. Bu durum, kitle kültürü ile sanat arasındaki mesafeyi hızla kapatarak, bireylerin ve sanatçıların kendilerini ifade etme biçimlerini de dönüştürmüştür.

Warhol'un sanatı, çağdaş sanatın birçok yönünü etkilemekle kalmamış, aynı zamanda sanat anlayışını ve izleyicinin sanat algısını da derinden değiştirmiştir. Kopyalama, tekrar etme ve çoğaltma gibi unsurlar, günümüz sanatında önemli bir yere sahip olmakta, bu dinamikler sanatın genel yapısını dönüştürmektedir. Warhol'un bu konulardaki yaklaşımı, sanatçılara farklı üretim ve ifade biçimleri denemeleri için ilham vermekte ve sanatın sürekli evrim geçirmesine olanak sağlamaktadır.

Bu genel değerlendirme ışığında, Warhol'un sanatı, sadece estetik bir ifade biçimi olmanın ötesine geçmiş ve toplumsal yapıyı sorgulayan bir eleştiri aracı haline gelmiştir. Andy Warhol'un sanatı, çağdaş dünyada bireylerin kimliklerini, toplumun tüketim alışkanlıklarını ve sanatın değerini daha geniş bir perspektifte düşünmeye sevk eden bir potansiyel taşımaktadır. Sanatın toplum üzerindeki etkilerini derinlemesine inceleyen Warhol, izleyicilere sanatla olan ilişkilerini yeniden değerlendirme fırsatı sunmuştur.

Andy Warhol'un sanatı ve mirasının derinliği, üzerine yapılacak gelecekteki çalışmalar için pek çok fırsat sunmaktadır. Warhol'un eserleri, sadece sanatsal bir değer taşımakla kalmayıp, aynı zamanda toplumsal ve kültürel fenomenlere dair derinlemesine analizlere olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda, aşağıda öngörülen birkaç çalışma alanı, Warhol'un etkilerinin derinlemesine incelenmesi için önerilmektedir:

Gelecek araştırmalar, Warhol'un tüketim kültürüne dair eleştirilerini daha kapsamlı bir şekilde inceleyebilir. Tüketim nesneleri ve popüler kültür imgeleriyle kurulmuş olan ilişkilerin derinlemesine analizi, günümüz sanatçıları ve sanatseverleri için önemli bir kaynak oluşturabilir. Özellikle 21. yüzyılda dijital tüketim pratiği ve sosyal medya üzerinden yaygınlaşan kültür ile Warhol'un dönemindeki tüketim anlayışı arasındaki farklılıkların incelenmesi, bu alanda önemli bulgular sağlayabilir.

Warhol'un sanatı ile modern sanat arasındaki ilişkiyi irdeleyen çalışmalar, sanat tarihine dair yeni perspektifler ve yorumlar sunabilir. Warhol'un etki alanında olan çağdaş sanatçılar ve kolektif projeler üzerinden yapılan incelemeler, bu dönemin sanatının evrimini daha iyi anlamaya yardımcı olabilir. Ayrıca, Warhol'un eserlerinin nasıl bir etkide bulunduğunu ve günümüzdeki sanat akımları üzerindeki yansımalarını daha iyi ortaya koymak, sanat teorisyenleri için önemli buluşlar sağlayabilir.

Warhol'un sanatının küresel boyutunu inceleyen çalışmalar, onun eserlerinin farklı kültürlerde nasıl algılandığını araştırabilir. Globalleşmenin sanat üzerindeki etkileri, günümüz sanat pazarını ve sanat üretim süreçlerini dönüştürmekte, bu durumun Warhol'un sanatı üzerindeki etkileri de derinlemesine incelenebilir. Farklı coğrafyalarda Warhol'un etkisinin nasıl tezahür ettiğine dair araştırmalar, onun sanatının evrenselliğine ışık tutabilir.

Dijital sanat alanında Warhol'un mirası üzerine yapılacak incelemeler, günümüz sanatında dijital medya kullanımı ve sanat eserlerinin çoğaltılması gibi unsurların nasıl şekillendiğini anlamaya yönelik önemli bulgular sunabilir. Warhol'un kopyalama ve tekrar etme kavramları, dijital ortamda yeni boyutlar kazanmış olup, bu süreçlerin sanat eseri üzerindeki etkileri araştırılabilir. Özellikle NFT (Non-FungibleTokens) gibi kavramların gelişimi, Warhol'un üretim anlayışının günümüzdeki yansımaları üzerinde önemli bir etkisi olabilecektir.

Warhol'un "herkes 15 dakikalığına ünlü olacak" sözü, günümüzde sosyal medya ve bireysel markalaşma süreçleri ile daha fazla önem kazanmıştır. Bu bağlamda, bireylerin sosyal medyada kendilerini ifade etme biçimleri ve şöhret algısının dönüşümünü inceleyen araştırmalar, Warhol'un

mirasının günümüzdeki etkilerini daha derinlemesine anlamamıza yardımcı olabilir. Ayrıca, bireysel kimliklerin tüketim nesnesi haline gelmesi, Warhol'un sanatının altında yatan sosyal eleştirilerin günümüzle nasıl örtüştüğünü keşfetmek için önemli bir fırsat sunmaktadır.

Andy Warhol'un sanatı ve etkisi, yalnızca 20. yüzyıl sanatında önemli bir yer tutmakla kalmamış, aynı zamanda günümüz sanatının şekillenmesinde de etkili olmuştur. Onun sanat anlayışı, tüketim kültürü ve pop kültür ile olan ilişkisi, bugün bile birçok sanatçı için ilham kaynağı olmaya devam etmektedir. Warhol, eserleri aracılığıyla toplumsal dinamikleri irdelemiş ve sanatın estetik değerinin ötesine geçerek, izleyicileri düşünmeye teşvik etmiştir.

Gelecek çalışmalar, Warhol'un sanatı ve mirası üzerine farklı perspektiflerden inceleme yaparak, onun etkisinin daha iyi anlaşılmasına katkı sunabilir. Tüketim kültüründen modern sanatın evrimine, küreselleşmeden dijital sanatın dinamiklerine kadar birçok farklı alanda araştırmalar, Andy Warhol'un sanatının günümüz dünyasındaki yerini ve önemini daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır. Warhol, sanatın toplumsal yapılarla olan etkileşimini sorgulayan bir düşünür ve üretici olarak, sonsuz bir ilham kaynağı olmaya devam edecektir.

Kaynakça

Coşkun, M. (2012) Popüler Kültür ve Tüketim Toplumu, Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi Cilt:1 Sayı:1 ss. 837-850

Dağ, H.(2019) Resim Sanatında Popüler Kültür Getirilerinin Kadın Bedeni Üzerinden Temsili, Akdeniz Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisan Tezi, Antalya.

Dizdaroğlu,A. (2024) Andy Warhol'un Sanatında Amerikan Kültürü Eleştirisi, Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Gözdaşoğlu, E. (2001). Türk Çağdaş Mimarlığında Popüler Kültür Yansımaları, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Güler, E., Uludağ M. (2020). Popüler Görsel Kültürde Toplumsal Cinsiyet Rollerinin İncelenmesi: Youtube Kanallarında Kadın ve Erkek İmajları. Turkish Studies - Social, 15(1), 343-367.

Hodge, S.(2020). Sanatın Kısa Öyküsü.(4. Basım). İstanbul: Hep Kitap.

Ingram, C. (2016) İşte Warhol,Çev.Kami EMİRHAN, Hep Kitap, İstanbul,

İnan, M.(2023) Sanat Bölümlerinde Okuyan Öğrencilere Yönelik Bir Araştırma Örneği Olarak "Andy Warhol Ve Duane Hanson'ın Çalışmalarının Popüler Tüketim Kültürü Üzerinden Göstergebilim Yöntemiyle İncelenmesi", Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sivas.

Öğüt, Ç. G. (2008). Popüler Kültürün Toplumsal Etkileri ve Pop Sanat, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisan Tezi, İzmir.

Sengir, S. (2014) Kültürel Dönüşümler ve Postmodern Pedagoji Ekseninde Görsel Kültür Eğitimi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Samsun.

Shanes, Eric (2009), "Pop Art", Parkstone International: New York, USA.

Şençalar, B. (2019)Andy Warhol, Pop Art Ve Fotoğraf İlişkisi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yavuz, H., (2007). Pop Art Döneminin İncelenmesi ve Pop Art Döneminin Günümüz Mobilya Tasarımlarına Etkileri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yılmaz, E. (2008) Toplumsal Değişme ve Sanat İlişkisi Üzerine Bir Deneme, Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Edebiyat Dergisi, Sayı:20, ss.35-45

Görsel Kaynakça

Görsel 1- https://www.oggusto.com/sanat/sanatci/andy-warhol-hayati-eserleri-ve-bilinmeyenleri Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 2- https://www.moma.org/collection/works/79809?installation_image_index=12 Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 3- https://www.oggusto.com/sanat/sanatci/andy-warhol-hayati-eserleri-ve-bilinmeyenleri Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 4-https://collections.lacma.org/node/207423 Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 5- https://tr.wikipedia.org/wiki/Andy_Warhol#/media/Dosya:Andy_Warhol_at_the_Jewish_Museum_(by_Bernard_Gotfryd)_%E2%80%93_LOC.jpg Erişim Tarihi:20.03.2025
Görsel 6-https://vogue.com.tr/kultur-sanat/pop-art-ikonu-andy-warhol-eserleriyle-istanbulda Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 7- https://www.besiktas.com.tr/magazin/andy-warholun-sozu-gercek-oldu/776 Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 8- https://www.milliyetsanat.com/haberler/plastik-sanatlar/andy-warhol-un-ilk-atolyesi-satildi/7188 Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 9- https://artifacts-world.com/product/andy-warhol-original-watercolor-and-marker-coca-cola-bottles/ Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 10- https://www.widewalls.ch/magazine/andy-warhol-campbells-soup-cans Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 11- https://addictedgallery.com/Artists/Detail/andy-warhol-biography Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 12- https://www.artspace.com/andy_warhol/chanel-no-5-suite-of-four-separate-prints Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 13- https://smarthistory.org/warhol-marilyn-diptych/ Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 14- https://whitney.org/collection/works/16292 Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 15- https://whitney.org/collection/works/7322 Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 16- https://www.moma.org/collection/works/81384?installation_image_index=8 Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 17- https://www.warhol.org/andy-warhol-selfies/ Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 18- https://www.caviar20.com/products/andy-warhol-soup-can-bag-silkscreen-1967 Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 19- https://www.widewalls.ch/magazine/andy-warhol-campbells-soup-cans Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 20- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9b/Andy-Warhol-Stockholm-1968.jpg Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 21- https://www.e-skop.com/skopbulten/sanatin-sinirlari/3787 Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 22- https://www.theartnewspaper.com/2024/11/06/spirit-of-the-late-pop-artist-keiichi-tanaami-lives-on-in-new-show Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 23- https://museumbanksy.com/ Erişim Tarihi: 20.03.2025
Görsel 24- https://oggito.com/icerikler/andy-warhol-un-album-kapaklari/2520 Erişim Tarihi: 20.03.2025

STRUCTURAL OPTIMIZATION OF STORAGE RACK BASE PLATES USING FINITE ELEMENT ANALYSIS

Casim YAZICI
Ağrı İbrahim Çeçen University, Department of Civil Engineering, 04100, Ağrı
ORCID: 0000-0002-2061-4275

Abstract

This study investigates the optimization of base plates used in storage rack systems through finite element analysis (FEA) to enhance structural efficiency and material utilization. By applying topology optimization techniques in ANSYS, the research aims to minimize material usage while ensuring adequate load-bearing capacity and structural stability. The optimized design demonstrates a significant reduction in weight without compromising mechanical performance. The findings indicate that stress distribution is efficiently managed across the optimized plate, maintaining structural integrity under applied loads. The redistribution of material reduces stress concentrations around critical regions, enhancing durability and long-term reliability. This study highlights the practical applications of computational optimization in industrial engineering, contributing to more sustainable and cost-effective design practices. Future work should explore nonlinear material behavior, experimental validation, and dynamic loading conditions to further improve the accuracy and applicability of the proposed approach.

Keywords: Topology optimization, structural optimization, finite element optimization, material optimization, computational optimization, shape optimization, weight reduction optimization.

1.Introduction

Storage rack systems are widely used in industrial and warehouse applications, providing essential support for material handling and logistics. These systems must be designed to maximize efficiency, minimize costs, and ensure structural integrity under various loading conditions. One of the key components of storage rack systems is the base plate, which is responsible for transferring loads to the supporting foundation. Base plates must exhibit high strength and stiffness while maintaining lightweight and cost-effective designs.

Structural optimization has gained increasing attention in engineering design, particularly in the field of steel structures [1]. Topology optimization and finite element analysis (FEA) have been extensively used to improve the mechanical performance of structural components while reducing material usage [2]. Recent studies have explored different optimization techniques to

enhance the stiffness-to-weight ratio of steel plates, leading to more efficient and sustainable designs [3].

One of the primary approaches for improving the performance of steel plates and base plates is topology optimization, which aims to determine the most efficient material distribution within a given design space [4]. This method has been successfully applied to steel structures, shear walls, and bridge expansion joints, demonstrating its effectiveness in reducing weight while maintaining mechanical performance [5]. Furthermore, research has shown that integrating explicit topology optimization with advanced manufacturing techniques, such as additive manufacturing, enables the production of structurally optimized components with minimal material waste [6].

Recent developments in structural engineering have also emphasized the importance of optimizing modular components to improve overall system performance. Studies on steel cover-plates and shear wall elements highlight the role of numerical optimization in achieving higher energy dissipation capacity and mechanical stability [1], [5]. These findings provide valuable insights into the optimization of storage rack system components, particularly base plates, where material reduction without compromising strength is a key design objective.

This study aims to optimize the base plate used in storage rack systems using finite element analysis. The optimization process was conducted using ANSYS, a widely used software for computational structural analysis. ANSYS provided accurate simulations of stress distribution, deformation, and weight reduction while ensuring that the optimized design met required strength and stability criteria. By implementing a refined design approach, this study contributes to the ongoing advancements in storage system engineering, enhancing sustainability and cost efficiency in industrial applications.

2.Methodology

The optimization process was conducted using ANSYS, a widely recognized finite element analysis (FEA) software. The methodology consists of several key steps, including model development, meshing, boundary condition application, loading, and topology optimization.

2.1.Finite Element Model Development

A finite element model (FEM) of the base plate was created to accurately represent its structural behavior under applied loads. The geometric model was developed based on standard dimensions used in storage rack systems. The material properties assigned to the model corresponded to structural steel, including an elastic modulus of 210 GPa, a Poisson’s ratio of 0.3, and a yield strength of 250 MPa.

2.2.Meshing Strategy

To ensure computational efficiency while maintaining high accuracy, a 2 mm mesh size was used. This meshing strategy effectively captured stress concentrations in critical regions, particularly around holes and edges. The finite element model initially consisted of 140,980 nodes and 29,890 elements, while after optimization, the refined model was reduced to 85,235 nodes and 16,389 elements, demonstrating a more efficient computational design. Figure 1a shows the pre-optimization mesh, while Figure 1b presents the post-optimization mesh representation.

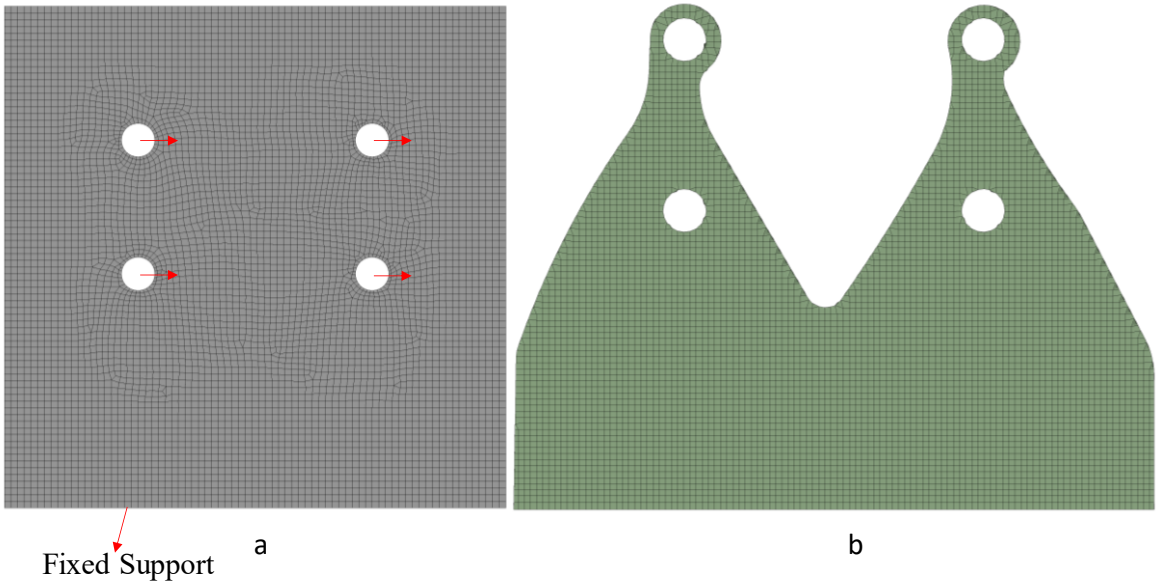


Figure 1. Mesh detail

2.3.Boundary Conditions and Load Application

The base plate was analyzed under realistic boundary conditions to accurately simulate operational scenarios. To ensure stability, the bottom surface was fully constrained, preventing any displacement or rotation. A 500 N force was applied in both the Z and Y directions through four circular holes on the plate, replicating the structural forces typically encountered in storage rack systems. Additionally, the interaction between the base plate and the supporting surface was modeled as a frictional contact with a coefficient of 0.3, ensuring realistic load transmission and surface behavior.

2.4. 2.4.Optimization Process

The optimization process aimed to minimize material usage while maintaining structural integrity and ensuring that stress levels remained within safe limits. Topology optimization was

conducted using ANSYS, with the objective of reducing mass while preserving structural performance. The design constraints were set to keep maximum stress values below the yield strength of 250 MPa, preventing structural failure. Through an iterative refinement process, the optimization algorithm continuously adjusted the material distribution to achieve an optimal configuration. As a result, the optimized design exhibited a 49.79% reduction in mass and volume, effectively enhancing material efficiency while keeping stress within acceptable limits.

3.Research Findings

The research findings provide a comprehensive evaluation of the optimization process, highlighting the improvements in material efficiency, mechanical performance, and structural integrity of the base plate. The finite element analysis conducted in ANSYS enabled a thorough assessment of the load-bearing capacity, stress distribution, and deformation characteristics before and after optimization. Figure 2 presents the Von Mises stress distribution before optimization, while Figure 3-4 illustrates the analysis results after optimization.

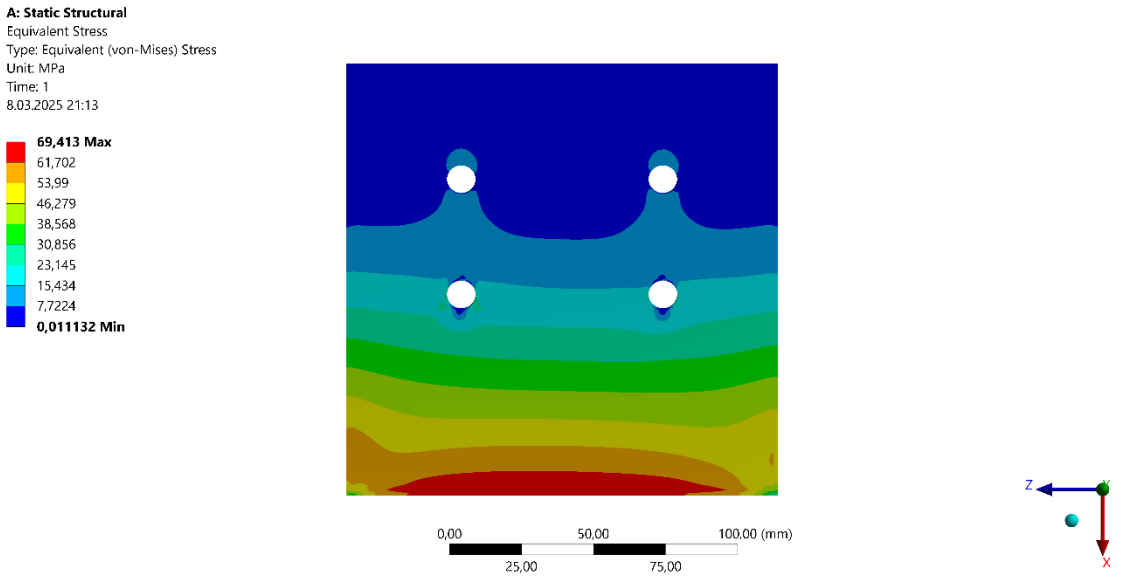


Figure 2. Von Mises stress distribution before optimization

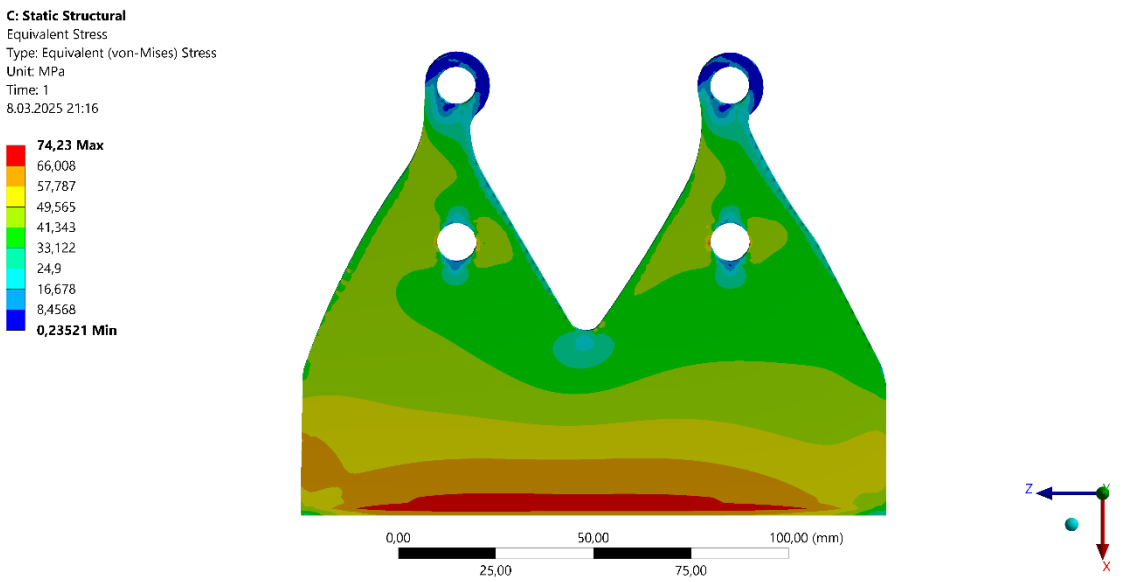


Figure 3. Illustrates the analysis results after optimization

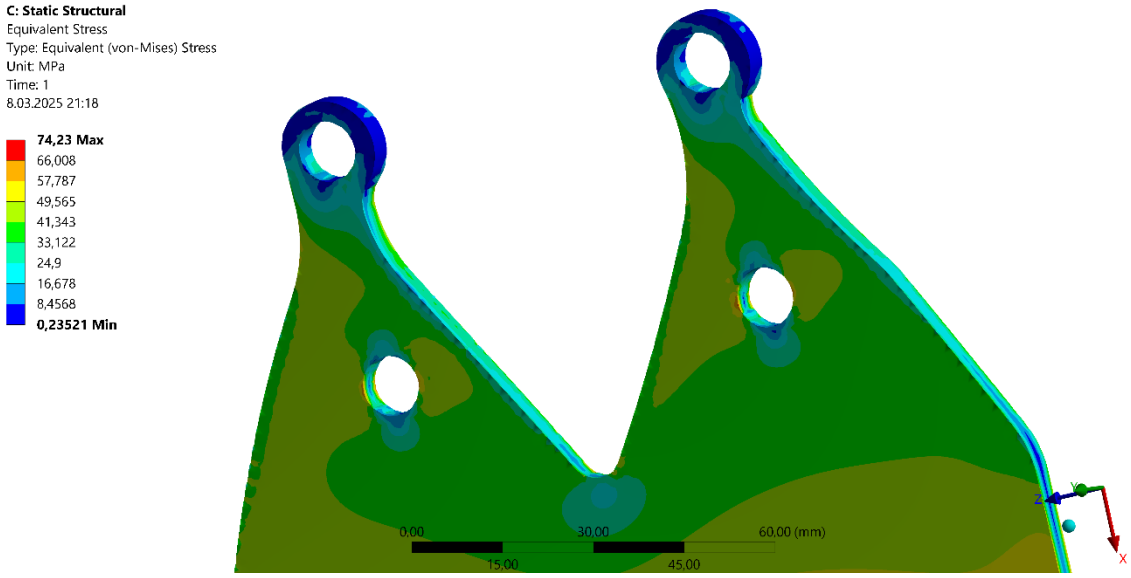


Figure 4. Illustrates the analysis results after optimization

3.1.Volume and Mass Reduction

One of the key objectives of this study was to significantly reduce the volume and mass of the base plate while ensuring that its structural performance remained intact. The optimization results demonstrate a substantial improvement in material utilization, with the pre-optimization volume recorded at 110,930 mm³, which was reduced to 55,234 mm³, achieving a 49.79%

reduction. Similarly, the mass of the base plate decreased from 8.7079e-4 t to 4.3359e-4 t, reflecting the same 49.79% reduction. These findings confirm that topology optimization effectively redistributes material, creating an efficient structural configuration that minimizes material usage while preserving the necessary mechanical properties required for operational performance.

3.2.Stress Distribution Analysis

The Von Mises stress distribution was analyzed to compare the pre-optimized and post-optimized models, assessing the impact of material reduction on structural performance. The results indicate that the optimized base plate effectively maintained its load-bearing capacity within the allowable limits. The pre-optimization maximum stress was recorded as 69.41 MPa, while the post-optimization maximum stress increased slightly to 74.23 MPa. Despite this increase, the stress values remained well below the yield strength of 250 MPa, ensuring that the structural integrity of the base plate was not compromised. These findings confirm that the optimized design successfully redistributes stress, prevents localized failure, and achieves efficient material reduction while maintaining mechanical stability.

3.3.Deformation and Displacement Analysis

The deformation behavior of the base plate was evaluated by analyzing the displacement results before and after optimization. The pre-optimization maximum displacement was recorded as 0.21 mm, while the post-optimization maximum displacement increased slightly to 0.27 mm. This minor increase in displacement is a direct result of material reduction; however, it remains within acceptable safety limits for operational performance. The optimized design maintains a sufficient stiffness-to-weight ratio, ensuring that the structural integrity of the base plate is preserved despite the reduction in material usage.

4.Conclusion

The findings of this study underscore the significant advantages of topology optimization in enhancing the structural efficiency of base plates used in storage rack systems. Through finite element analysis (FEA) conducted in ANSYS, the study effectively evaluated load distribution, stress behavior, and material efficiency, resulting in an optimized design with considerable weight reduction while maintaining mechanical performance. The optimization process led to a 49.79% reduction in volume and mass, directly contributing to material savings and reduced manufacturing costs. Despite this reduction, the maximum Von Mises stress only increased slightly from 69.41 MPa to 74.23 MPa, remaining well below the yield strength of 250 MPa, ensuring that the optimized base plate can sustain operational loads without exceeding failure

limits. Additionally, the maximum displacement increased marginally from 0.21 mm to 0.27 mm, which is well within acceptable tolerances, confirming that the optimized design retains the required stiffness and stability.

The redistribution of material effectively mitigated stress concentrations around the four circular holes, where 500 N forces were applied in both the Z and Y directions, thereby minimizing localized failure risks and ensuring a more uniform stress distribution. The optimized base plate not only enhances structural performance but also offers practical advantages such as improved manufacturability, energy-efficient transportation, and simplified installation processes, making it a more viable solution for industrial applications. The broader implications of this research extend beyond base plate optimization, showcasing the potential of numerical optimization methods in structural engineering. The results suggest that topology optimization can play a crucial role in reducing material usage while maintaining, or even improving, mechanical integrity. This approach aligns with modern engineering practices that emphasize efficiency, sustainability, and cost-effective design solutions.

While the study successfully optimized the base plate design, certain limitations remain. Future research should focus on nonlinear material behavior, dynamic loading conditions, and experimental validation to further refine the numerical findings and enhance the reliability of the proposed design. The integration of advanced manufacturing techniques, such as additive manufacturing, could enable more complex geometries to be optimized with minimal material waste. Additionally, investigating alternative loading conditions, including impact and cyclic loading, would provide a more comprehensive understanding of the structural behavior under varying operational scenarios.

In conclusion, this study demonstrates the effectiveness of FEA-driven topology optimization in improving material efficiency and mechanical performance in storage rack system components. The findings contribute to the broader field of structural optimization and industrial engineering, offering valuable insights for future advancements in cost-effective, high-performance structural components.

5.References

[1] A. Akbari Hamed, A. Samadi, and M. Charkhtab Basim, "Topology and shape optimization of steel plate shear walls for enhancing the seismic energy dissipation capacity," J. Build. Eng., vol. 57, p. 104828, 2022, doi: 10.1016/j.jobe.2022.104828.

[2] X. Jiang, C. Liu, S. Zhang, W. Zhang, Z. Du, X. Zhang, H. Zeng, and X. Guo, “Explicit topology optimization design of stiffened plate structures based on the moving morphable component (MMC) method,” Computer Modeling in Engineering & Sciences, vol. 135, no. 2, 2023, doi: 10.32604/cmes.2023.023561.

[3] T. Ribeiro, L. Bernardo, R. Carrazedo, and D. De Domenico, "Eurocode-compliant topology optimisation and analysis of a steel cover-plate in a splice moment connection," Mater. Today Proc., vol. 65, pp. 1056-1063, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.04.140.

[4] H. Xue, T. Wang, X. Cui, Y. Wang, and G. Huang, "Ballistic performance of additive manufacturing 316l stainless steel projectiles based on topology optimization method," Defence Technol., vol. 35, pp. 1-17, 2024, doi: 10.1016/j.dt.2023.06.010.

[5] B. Shen, Y. Ding, and L. Han, "Dynamic strength analysis and structural topology optimization of modular bridge expansion joints under vehicle impact loads," Structures, vol. 74, p. 108563, 2025, doi: 10.1016/j.istruc.2025.108563.

[6] Z. Zhao, B. Wang, and N. Zhang, "Optimization of local stiffener for controlling natural frequency of steel plates," Constr. Build. Mater., vol. 468, p. 140413, 2025, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2025.140413.

TEKNOLOJİK GELİŞMELERİN İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNE VE PROFESYONEL PRATİĞE ETKİSİ: KISA VE UZUN VADELİ BİR DEĞERLENDİRME

Mustafa KÜÇÜKTÜVEK
İskenderun Technical University, Faculty of Architecture, Department of Interior Architecture, 31130 İskenderun, Hatay, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5354-359X

ÖZET

Bu çalışma, dijital teknolojilerin iç mimarlık eğitimine ve profesyonel uygulamalara etkilerini, kısa ve uzun vadeli boyutlarıyla kapsamlı biçimde değerlendirmektedir. İç mimarlık disiplininin dönüşümünde belirleyici rol oynayan sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR), yapay zekâ (AI) ve bina bilgi modellemesi (BIM) gibi teknolojiler, hem eğitim süreçlerinde hem de mesleki uygulamalarda köklü değişimlere neden olmaktadır. Özellikle dijital tasarım araçlarının yaygınlaşması, öğrencilerin iç mekân deneyimlerini görsel olarak zenginleştirmekte, mekânsal algı ve eleştirel düşünme gibi becerilerin gelişimini desteklemektedir. Bu bağlamda tasarım pedagojisi, yeni öğrenme ortamları, etkileşimli içerikler ve simülasyon temelli eğitim uygulamaları ile yeniden şekillenmektedir.

Mesleki pratikte, dijital proje yönetimi, akıllı malzeme teknolojileri, AI destekli karar verme süreçleri ve etkileşimli müşteri sunumları gibi uygulamalar giderek yaygınlaşmakta; bu durum, iç mimarlık mesleğinin geleneksel sınırlarını yeniden tanımlamaktadır. Kısa vadede, teknolojik gelişmelere uyum, içerik güncellemeleri ve dijital becerilerin kazandırılması öne çıkarken; uzun vadede, tasarımcının rolü dönüşmekte, meslek tanımı yeniden şekillenmekte ve disiplinlerarası iş birliklerinin önemi artmaktadır. Sonuç olarak bu çalışma, iç mimarlık eğitiminde ve mesleki pratikte yaşanan dijital dönüşüm sürecini bütüncül olarak ele almakta; teknolojinin sunduğu olanaklar kadar oluşturabileceği pedagojik, etik ve profesyonel riskleri de değerlendirmektedir. Geleceğe yönelik olarak eğitim kurumlarına, tasarımcılara ve karar vericilere stratejik öneriler sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İç mimarlık eğitimi, dijital dönüşüm, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, yapay zekâ, tasarım pedagojisi

THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS ON INTERIOR ARCHITECTURE EDUCATION AND PROFESSIONAL PRACTICE: A SHORT- AND LONG-TERM EVALUATION

ABSTRACT

This study comprehensively examines the impacts of digital technologies on interior architecture education and professional practice from both short- and long-term perspectives. Technologies such as Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Artificial Intelligence (AI), and Building Information Modeling (BIM), which play a decisive role in the transformation of the interior architecture discipline, are causing profound changes in both educational processes and professional applications. In particular, the widespread use of digital design tools enriches students' interior space experiences visually and supports the development of skills such as spatial perception and critical thinking. In this context, design pedagogy is being reshaped through new learning environments, interactive content, and simulation-based educational practices. In professional practice, applications such as digital project management, smart material technologies, AI-assisted decision-making processes, and interactive client presentations are becoming increasingly common; this trend is redefining the traditional boundaries of the interior architecture profession. In the short term, adapting to technological developments, updating content, and acquiring digital skills stand out; in the long term, the role of the designer is transforming, the definition of the profession is being restructured, and interdisciplinary collaborations are gaining importance.

In conclusion, this study holistically addresses the ongoing digital transformation process in interior architecture education and professional practice, evaluating not only the opportunities provided by technology but also the pedagogical, ethical, and professional risks it may pose. Strategic recommendations are offered for educational institutions, designers, and decision-makers looking toward the future.

Keywords: Interior architecture education, digital transformation, virtual reality, augmented reality, artificial intelligence, design pedagogy

1. INTRODUCTION

The increasing integration of digital technologies into design disciplines has instigated a paradigmatic shift in interior architecture education and professional practice. While the tools and outputs of the discipline have long been influenced by advancements in construction and visualization technologies, the emergence of Industry 4.0 and Education 4.0 has accelerated this transformation by introducing automation, artificial intelligence (AI), the Internet of Things

(IoT), and smart systems into both educational settings and project-based workflows (Schwab, 2017; Salama, 2021).

Interior architecture, as a user-centered design discipline that relies on spatial perception, material interaction, and sensory experience, is undergoing one of its most fundamental transformations since the digital turn of the early 2000s (Kee et al., 2024; Saleh et al., 2023). The widespread adoption of Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), and Building Information Modeling (BIM) has reshaped how students engage with spatial composition and how professionals conceptualize and communicate their designs. As outlined in Othman & Ali (2024), the integration of BIM not only facilitates coordination among stakeholders but also reinforces the interdisciplinary nature of spatial decision-making.

On the educational front, VR- and AR-supported studio environments allow students to experience and evaluate spaces immersively, enhancing spatial cognition, critical thinking, and real-time interaction with their designs (Ghanbaripour et al., 2024; Carafano, 2019). Recent studies emphasize that simulation-based and hybrid pedagogies contribute to a more participatory and flexible learning environment, especially in interior architecture studios where visual and tactile feedback are critical (Nwokeocha, 2021).

However, the digitalization of interior architecture is not limited to pedagogical transformation. As Dwivedi et al. (2023) and Verganti et al. (2020) argue, the increasing use of AI in design practices has redefined the scope of creative authorship and raised questions about algorithmic bias and ethical responsibility. In professional settings, digital mock-ups, AI-assisted layout optimization, parametric modeling, and interactive client presentations are becoming routine components of project workflows (Sydora & Stroulia 2020). These tools enhance productivity and enable faster decision-making, but they also necessitate the continuous updating of digital skills and a reconceptualization of the designer's role.

In the short term, challenges such as uneven access to technology, varying levels of digital literacy among educators and students, and limited institutional infrastructure remain pressing issues (Cennamo et al., 2021). In the long term, however, the profession is moving toward a model where the interior architect functions not only as a spatial designer but also as a digital strategist, data analyst, and ethical decision-maker (Kato et al., 2018; Kolarevic, 2003).

This study critically examines how digital technologies are reshaping interior architecture education and professional practice from both short- and long-term perspectives. It aims to evaluate the opportunities and limitations posed by the integration of VR, AR, AI, and BIM tools into spatial thinking, design pedagogy, and project execution. While current literature

tends to explore these themes in isolation—focusing either on educational innovation or professional application—this paper offers a holistic evaluation that bridges the two domains. In doing so, it proposes strategic directions for students, educators, professionals, and decision-makers in navigating the digital transformation of the discipline.

2. MATERIAL AND METHOD

This study adopts a qualitative research design to evaluate the short- and long-term impacts of digital technologies on interior architecture education and professional practice. Given the conceptual nature of the research questions, the study is constructed through a multi-stage framework focusing on synthesis and thematic exploration rather than empirical data collection.

2.1 Research Design and Scope

The research process was conducted in four sequential phases:

(1) systematic literature review,

(2) thematic content analysis,

(3) comparative categorization of findings,

(4) synthesis of theoretical inferences.

The study focuses on core concepts including digital transformation, interior architecture education, design pedagogy, Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Artificial Intelligence (AI), Building Information Modeling (BIM), and parametric design.

2.2 Literature Selection and Data Sources

To ensure relevance and scientific rigor, peer-reviewed journal articles, books, and proceedings published between 2010 and 2024 were systematically selected using databases such as Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis, and Google Scholar. Over **75** academic publications were identified and reviewed, prioritizing sources that directly address the intersection of digital technologies and interior architecture pedagogy or practice (Nwokeocha, 2021; Chiu et al., 2023).

2.3 Thematic Content Analysis

The data were analyzed through qualitative content analysis, drawing on Mayring's (2021) methodological approach. Key thematic categories were identified inductively based on recurring conceptual clusters in the literature. These include:

- Virtual and digital studios,
- AI-assisted decision-making,
- user-centered design feedback,
- BIM integration,

- ethical implications,
- interdisciplinary collaborations.

Each theme was analyzed from pedagogical, technological, ethical, and socio-cultural standpoints to ensure multidimensional insights.

2.4 Stakeholder-Focused Framework

To structure the analysis, findings were organized into four stakeholder-based categories:

- Students,
- Academics,
- Professionals, and
- Decision-makers.

This categorization enabled a comparative assessment of how technological developments affect each group in the short and long term. In alignment with the research aim, the study seeks to highlight both challenges (e.g., digital literacy gaps, infrastructure limitations) and opportunities (e.g., pedagogical innovation, role redefinition) posed by digital transformation.

2.5 Research Limitations and Strategy

This research does not rely on primary empirical data but instead builds a conceptual and descriptive model based on synthesized findings from the current academic discourse. By identifying critical themes and general trends, the study provides a representative and strategic overview rather than a statistically grounded evaluation. The approach is consistent with theory-building in design research, particularly where pedagogical and professional implications are interwoven (Warr et al., 2020; Dwivedi et al., 2023).

2.6 Contribution to the Field

By employing a theory-driven and stakeholder-informed method, the study offers a structured and critical framework for understanding how technologies such as VR, AR, AI, and BIM influence the epistemological, methodological, and ethical landscapes of interior architecture. Unlike quantitatively oriented studies, this approach provides pedagogical depth, disciplinary insight, and long-term strategic perspective, contributing original value to both interior design education and evolving professional practices.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1. Reflections of Technological Transformation on Educational Environments

In traditional studio culture, interior architecture education has emphasized hands-on engagement with materials, scale, and spatial relationships. However, the integration of digital technologies such as (VR), (AR), and (XR) has radically redefined these studio dynamics.

These emerging tools allow students to experience, analyze, and evaluate spatial qualities in immersive environments, facilitating faster cognitive development and concrete understanding of abstract design principles (Limapornvanitr, 2024; Ghanbaripour et al., 2024).

Recent studies underline that VR-based simulations enhance students' ability to perceive proportion, spatial hierarchy, and functional integration at earlier stages of design learning. However, the effectiveness of these tools depends significantly on institutional infrastructure, educator readiness, and platform accessibility (Nwokeocha, 2021).

The sudden shift to remote learning during the COVID-19 pandemic revealed several structural weaknesses in interior architecture education. The visual, tactile, and spatial dimensions of design could not be fully replicated through digital means, and disparities in access to devices and internet connectivity deepened the gap in learning outcomes among students (Mebed et al., 2022). Hardware limitations, software incompatibility, and inconsistent digital literacy hindered the full participation of many learners in digital studios.

Nevertheless, remote education also introduced new opportunities. Global accessibility facilitated synchronous collaboration with international experts, broadened participation in global studio settings, and expanded the use of digital portfolios. These developments, however, call for sustainable digital equity policies and long-term restructuring of institutional strategies.

Digital transformation is also redefining pedagogical approaches. The traditional “master-apprentice” model is being replaced by student-centered, inquiry-based, and technology-integrated learning frameworks (Salama, 2021). Techniques such as real-time feedback loops, gamified learning, and data-informed evaluation models are contributing to more interactive and dynamic studio environments.

With the inclusion of AI-assisted design tools, students are now able to test various spatial scenarios, generate iterative solutions, and refine their decision-making processes. These tools are not only reshaping how design is produced but also how it is learned. As highlighted by Chiu et al. (2023), these developments require instructors to adopt new digital pedagogical literacies and reframe their teaching strategies accordingly.

Digital transformation in education demands the development of multi-layered digital competencies beyond mere tool proficiency. Students are now expected to master skills such as digital design literacy, data analysis, visual communication, and critical digital thinking (Cennamo et al., 2021). These competencies also intersect with broader issues such as digital ethics, authorship, and the boundaries of AI-assisted creativity.

Table 1 summarizes the pedagogical contributions, learning outcomes, and challenges associated with core digital technologies in interior architecture education.

Table 1. The Impact of Digital Technologies on Interior Architecture Education

Technology	Pedagogical Contribution	Learning Outcome	Challenges
VR	Spatial immersion	Visual perception, movement simulation	Hardware dependency, educator proficiency
AR	Interactive visualization	Rapid prototyping in design	High implementation costs
AI	Decision-making support	Scenario development, iteration skills	Ethical constraints, data security
BIM	Collaboration and coordination	Technical integration, project coherence	Complex software training requirements

As Kee et al., (2024) and Carafano, (2019) note, the current educational models are often insufficient in preparing students for this rapidly changing landscape. Therefore, curricula must be restructured to incorporate interdisciplinary awareness, multi-modal scenarios, and ethics-focused modules in order to align with the expectations of digital-era design education.

3.2. Trends in the Digitalization of Professional Practice

The professional field of interior architecture has undergone a profound transformation as digital technologies have become integrated into both design production and decision-making processes. Tools such as Building Information Modeling (BIM), parametric design systems, and Artificial Intelligence (AI) are no longer auxiliary—they are now essential components of contemporary interior practice. BIM, in particular, supports interdisciplinary collaboration, enables synchronized project management, and facilitates the development of design solutions that are deeply integrated with the architectural shell and building systems (Sydora & Stroulia 2020; Othman & Ali 2024).

Parametric design allows for the creation of spatial configurations that are optimized for form and function through mathematical modeling. This process enables designers to develop interiors that are highly adaptable and responsive to changing environmental or user conditions (Harrison & Eckert 2015). In parallel, AI-supported systems contribute to multi-dimensional decision-making by analyzing user behavior, lighting conditions, material data, and functional requirements. These systems enhance design creativity by offering alternatives and reducing the trial-and-error process, thus improving efficiency and exploratory depth (Kato et al., 2018).

Digital transformation also reshapes the relationship between designers and clients. Tools such as Augmented Reality (AR), digital mock-ups, and virtual prototypes enable clients to engage with design proposals in more tangible ways at earlier stages. These tools foster immediate feedback loops and allow for real-time integration of client preferences into the design process (Mebed et al., 2022). As a result, design timelines are shortened, revisions become more efficient, and the overall satisfaction of the end-user improves.

Moreover, digital presentation techniques now serve as strategic communication tools, enabling interior architects to showcase their projects on global platforms and participate in transnational collaborations. In this context, digital tools not only serve as media for visualization but also empower visibility, outreach, and cross-cultural exchange in professional settings.

The proliferation of AI- and algorithm-based design processes has also prompted new ethical considerations. While AI supports efficiency, it also raises questions about authorship, bias, transparency, and human-centered design principles. As noted by Dwivedi et al. (2023), AI-generated outputs challenge conventional notions of originality, responsibility, and data protection. Interior architects are thus required to develop not only technical fluency but also ethical sensibilities to navigate issues such as intellectual property, user data privacy, and algorithmic bias (Beorkrem, 2017).

These evolving dynamics are illustrated in Figure 1, which maps the key vectors of digitalization in professional practice—ranging from BIM integration and client interaction to role transformation and ethical boundaries.

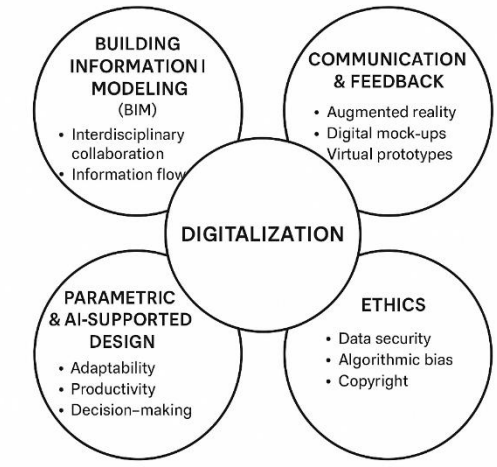


Figure 1. Trends in the Digitalization of Professional Practice

Digital transformation is gradually eroding traditional job definitions within the interior architecture profession. The contemporary interior architect is no longer solely a "designer" in

the conventional sense, but now also serves as a data analyst, strategic planner, user experience designer, system integrator, and digital innovation leader (Salama, 2021).

This redefinition of roles necessitates closer collaboration with fields such as engineering, sociology, psychology, and software development. Consequently, interior architecture education must adapt by fostering systems thinking, ethical awareness, interdisciplinary literacy, and digital tool integration—skills that define the future profile of the interior architect.

3.3. Short-Term Adaptation Processes

The integration of digital technologies into interior architecture education has necessitated a restructuring of course content and learning outcomes. Traditionally built on manual drawing, physical model-making, and face-to-face critique sessions, studio instruction is increasingly being replaced by digital visualization, data-driven analysis, software-based design workflows, and virtual presentation platforms (Cennamo et al., 2021). However, this transformation is not only technological—it also requires a pedagogical shift in the foundational design thinking paradigms that underlie interior education.

Many universities have started to incorporate specialized modules related to BIM, VR/AR, AI-supported design software, and digital design theory into their curricula. Yet these additions often remain fragmented and are not supported by a cohesive pedagogical strategy. As Salama (2020) argues, without aligning learning outcomes with structured digital competencies, short-term curricular changes remain superficial and fail to produce long-term transformation.

In addition to pedagogical restructuring, the digitalization of interior architecture education presents significant technical infrastructure challenges. VR simulations, parametric modeling platforms, BIM environments, and high-resolution rendering tools require robust hardware specifications and institutional support. However, especially in public universities, access to such systems is often limited by financial and logistical constraints (Sydora & Stroulia 2020).

Hardware inequality among students further exacerbates digital access gaps, reducing participation in essential design exercises. To mitigate these short-term obstacles, the use of cloud-based platforms, open-source tools, and hybrid studio models is increasingly recommended. Nevertheless, without institutional commitment to sustainable digital strategies, these stopgap solutions may not yield meaningful or equitable improvements.

The digital transformation also affects instructors, many of whom have been trained in traditional, analog-based design pedagogy. As highlighted by Salama (2021), numerous faculty members lack experience in using digital tools, developing virtual teaching materials, or

employing emerging educational technologies. This leads to pedagogical misalignment and occasional resistance to adopting technology-enhanced teaching models.

To address this, short-term institutional responses should include capacity-building efforts such as digital pedagogical training, technology-integrated teaching workshops, and the recruitment or support of younger faculty members with high levels of digital fluency. These efforts would not only improve instructional quality but also help to institutionalize the digital transformation process within departments. These dynamics are summarized in Table 2.

Table 2. Short- and Long-Term Impacts of Digital Transformation on Interior Architecture

Process / Domain	Short-Term Impacts	Long-Term Impacts
Curriculum Content	Integration of digital modules	Systematic curriculum restructuring
Academic Staff	Need for in-service training	Institutionalization of digital pedagogical expertise
Student Competencies	Software usage, digital literacy	Data analysis, algorithmic thinking, ethical awareness
Professional Identity	Production based on digital tools	Role transformation, interdisciplinary responsibility

3.4. Long-Term Transformations and Strategic Implications

In the long term, digitalization is catalyzing a fundamental transformation in the discipline of interior architecture by deepening its interdisciplinary character. With the increasing adoption of data-driven design, AI-assisted analytics, and digital simulations, interior architects are now expected to collaborate closely with professionals from fields such as software engineering, ergonomics, psychology, sociology, health sciences, and environmental design (Oxman, 2017; Kato et al., 2018).

This interdisciplinary convergence reshapes not only professional workflows but also the very identity of the discipline. The role of the interior architect is expanding from spatial problem-solver to strategic planner, user experience designer, and data analyst. Consequently, institutional policies must be restructured to support and sustain this evolution through long-term strategic planning and cross-sectoral integration (Salama, 2021; Othman & Ali 2024).

Digital transformation also redefines ethical responsibility within professional practice. Tools such as AI algorithms, data-tracking systems, and user monitoring technologies influence designers' decisions while simultaneously introducing new ethical obligations. As emphasized by Beorkrem (2017), the proper use of these technologies—guided by transparency, neutrality, and privacy—will be key to sustaining trust and credibility in the profession.

Therefore, professional bodies in interior architecture must revise existing ethical frameworks to meet the challenges of the digital era. Concurrently, educational institutions should develop curricula that address digital ethics, algorithmic accountability, and the critical use of emerging technologies. The long-term impact of digitalization on workforce dynamics also necessitates policy-level responses to ensure fair labor practices and inclusive professional standards (Dwivedi et al., 2023).

The identity of the interior architecture profession is thus being redefined. The future interior architect must demonstrate proficiency not only in traditional skills such as drawing and presentation, but also in system thinking, data literacy, AI collaboration, sustainability strategies, and user experience management (Salama, 2021). These multi-dimensional skills are essential for adapting to the complexity and speed of digital workflows.

This transformation repositions the interior architect from a solitary producer to a digital visionary, interactive strategist, and ethical leader. As a result, design education must be reconceived—not only in terms of curriculum content but also regarding studio formats, assessment criteria, and graduation competencies.

The profile of the next-generation interior architect must be supported by a comprehensive skillset that includes technological expertise, cultural awareness, interdisciplinary communication, and critical digital thinking. These competencies are not only essential for individual professional development but also for reinforcing the social credibility and long-term sustainability of the discipline.

3.5. Comparative Evaluation with Literature

The findings of this study largely align with existing literature concerning the impact of digital technologies on interior architecture education and professional practice. The pedagogical potential of Virtual and Augmented Reality (VR/AR) has been thoroughly examined by Ghanbaripour et al., (2024) within the framework of the "digital studio" concept. Consistent with their insights, this study also demonstrates that immersive design environments supported by VR/AR significantly enhance students' spatial cognition and design engagement.

Similarly, Salama (2021) highlights the necessity of restructuring pedagogical models in response to digital transformation. This study supports his conclusions by emphasizing the urgency of redesigning course content, studio formats, and evaluation mechanisms in line with emerging technologies. On the professional side, the observations made by (Sydora & Stroulia (2020) and Harrison & Eckert (2015) on the integration of BIM**,** parametric design**,** and AI-

driven tools into the interior architecture profession strongly corroborate the empirical and conceptual findings presented here.

What distinguishes this study from previous work is its holistic and strategic framework. While much of the literature focuses on isolated tools or localized transformations, this research addresses digital transformation in a multidimensional scope—encompassing technological tools, pedagogical reconfiguration, ethical accountability, and interdisciplinary role evolution. Furthermore, topics such as role redefinition, the institutionalization of ethical AI practices, and the construction of the future interior architect's profile remain underexplored in Turkey-based studies. By bridging this gap, the current study offers a broader theoretical lens that considers not only practical integration but also the systemic and philosophical restructuring of the discipline.

Despite its contributions, the study has a limitation in the absence of empirical data. The findings are derived from conceptual analysis and thematic synthesis based on a broad range of academic publications. Therefore, the conclusions drawn remain at a theoretical level. Future research could significantly enrich this foundation through empirical methods, including semi-structured interviews, surveys, **or** case-based design studio analysis.

Key research directions for future inquiry include:

- Comparative analysis of digital integration in interior architecture departments across different countries,
- Evaluating the impact of AI tools on students' design creativity and critical thinking,
- Exploring the relationship between digital inequality and educational achievement,
- Assessing how digital design environments adhere to user-centered design principles,
- Developing models to strengthen educators' digital pedagogical competencies.

By proposing a structured conceptual framework, this study not only contributes to existing literature but also serves as a strategic foundation for subsequent empirical research and policy formulation in interior architecture education and practice.

4. CONCLUSION

This study has explored the profound and multifaceted impact of digital technologies on interior architecture education and professional practice from both short- and long-term perspectives. By examining key developments such as Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Artificial Intelligence (AI), and Building Information Modeling (BIM), it has been demonstrated that digitalization is not merely a technical transition but a comprehensive

paradigm shift that affects the epistemological, pedagogical, ethical, and professional structures of the discipline.

In the short term, the integration of digital tools has necessitated curricular revisions, upskilling of academic staff, and greater institutional investment in digital infrastructure. As observed, many universities have begun to implement digital modules; however, without a cohesive pedagogical framework, these efforts risk remaining superficial. The digital divide among students, unequal access to high-performance hardware, and faculty resistance to adopting new technologies emerge as key obstacles that must be addressed through institutional strategies and professional development programs.

In the long term, the study reveals that interior architects are undergoing a role transformation—from traditional spatial designers to data interpreters, systems thinkers, user experience strategists, and ethical leaders. The profession now requires interdisciplinary collaboration with fields such as software engineering, sociology, psychology, and health sciences. As such, both design pedagogy and professional policies must be restructured to support a future-oriented, ethically responsible, and culturally sensitive approach to practice.

What sets this study apart from the existing literature is its holistic and forward-looking perspective, which combines insights from education, technology, professional ethics, and design strategy. It does not limit the discussion to isolated tools but presents digital transformation as a systemic process that reshapes not only what interior architects do, but also how they think, teach, and engage with users and society at large.

While the research is grounded in a conceptual and literature-based methodology, its findings serve as a theoretical foundation for future empirical studies. Suggested areas of investigation include comparative studies on digital integration across countries, the impact of AI on student creativity, and the ethical implications of algorithm-driven design. These studies would further validate and expand the insights presented here, providing a data-rich basis for refining design education and professional practice in the digital age.

Ultimately, this research underscores the need for strategic foresight. Institutions, educators, professionals, and policymakers must collectively rethink and redesign the systems that shape interior architecture in order to ensure that the discipline remains resilient, innovative, and ethically grounded in the face of rapidly evolving digital realities.

5. REFERENCES

Beorkrem, C. (2017). *Material strategies in digital fabrication*. Routledge.
Carafano, P. C. (2019). *The effect of an augmented reality supported, simulation-based immersive learning environment on students' complex problem-solving abilities* (Doctoral dissertation). Florida State University. ProQuest Dissertations Publishing. (UMI No. 22624915)
Cennamo, K. S., Ross, J. D., & Ertmer, P. A. (2014). *Technology integration for meaningful classroom use: A standards-based approach* (2nd ed.). Wadsworth, Cengage Learning.
Chiu, T. K. F., Moorhouse, B. L., Chai, C. S., & Ismailov, M. (2023). Teacher support and student motivation to learn with artificial intelligence (AI) based chatbot. *Interactive Learning Environments, 32*(3), 3240–3256. https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2172044
Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Slade, E. L., Kshetri, N., & Kar, A. K. (2023). "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on the implications of generative AI. *International Journal of Information Management, 71*, 102642. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642
Ghanbaripour, A. N., Talebian, N., Miller, D., Tumpa, R. J., Zhang, W., Golmoradi, M., & Skitmore, M. (2024). A systematic review of the impact of emerging technologies on student learning, engagement, and employability in built environment education. *Buildings, 14*(9). https://doi.org/10.3390/buildings14092769
Harrison, L., Earl, C., & Eckert, C. (2015). Exploratory making: Shape, structure and motion. *Design Studies, 41*(A), 51–78. https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.08.003
Kato, N., Osone, H., Sato, D., Muramatsu, N., & Ochiai, Y. (2018). DeepWear: A case study of collaborative design between human and artificial intelligence. In *Proceedings of the Twelfth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction* (pp. 529–536). ACM. https://doi.org/10.1145/3173225.3173302
Kee, T., Kuys, B., & King, R. (2024). Generative artificial intelligence to enhance architecture education to develop digital literacy and holistic competency. *Journal of Architectural Research and Innovation, 3*(1). https://doi.org/10.24002/jarina.v3i1.8347
Kolarevic, B. (2003). *Architecture in the digital age: Design and manufacturing*. Taylor & Francis.
Limapornvanitr, T. (2024). *Mixed-reality learning environment in studio-based learning to enhance creative problem-solving for architecture* (Master's thesis). Chulalongkorn University. https://digital.car.chula.ac.th
Mayring, P. (2021). *Qualitative content analysis: A step-by-step guide*. SAGE Publications Ltd.
Mebed, Y. A., Shatta, N. Y., & Zahra, N. N. (2022). E-learning techniques in the virtual interior design studio. In *Proceedings of the 2022 Engineering and Technology for Sustainable Architectural and Interior Design Environments (ETSAIDE)*. IEEE. https://doi.org/10.1109/ETSAIDE53569.2022.9906342
Nwokeocha, S. (2021). Impact of COVID-19 on teaching and learning in Africa assessed by the education unions. *Journal of Education and Learning, 10*(4), 15–26. https://doi.org/10.5539/jel.v10n4p15
Othman, A. A. E., & Ali, M. S. (2024). Managing design changes through integrating concurrent engineering into the architectural design process. *International Journal of Engineering Research in Africa, 70*, 117–140.
Oxman, R. (2016). Educating the digital design thinker. *Design Studies, 41*, 79–91. https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.08.003
Oxman, R. (2017). Thinking difference: Theories and models of parametric design thinking. *Design Studies, 52*, 4–39. https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.06.001
Salama, A. M. (2021). *Transformative pedagogy in architecture and urbanism: Designing future professionals*. Routledge.
Saleh, M. M., Abdelkader, M., & Hosny, S. S. (2023). Architectural education challenges and opportunities in a post-pandemic digital age. *Ain Shams Engineering Journal, 14*(8), Article 102027. https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102027
Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Crown Publishing Group.
Sydora, C., & Stroulia, E. (2020). Rule-based compliance checking and generative design for building interiors using BIM. *Automation in Construction, 120*, 103368. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103368

Verganti, R., Vendraminelli, L., & Iansiti, M. (2020). Innovation and design in the age of artificial intelligence. *Journal of Product Innovation Management, 37*(3), 212–227. https://doi.org/10.1111/jpim.12523

Warr, M., Mishra, P., & Scragg, B. (2020). Designing theory. *Educational Technology Research and Development, 68*(3), 601–632. https://doi.org/10.1007/s11423-020-09746-9

Wang, M. T., Yang, M. D., & Tsai, M. H. (2022). Application of immersive virtual reality in design education: A case study. *Education Sciences, 12*(2), 115. https://doi.org/10.3390/educsci12020115

Wang, T. H., Huang, Y. M., & Lin, S. Y. (2020). Enhancing spatial ability and learning motivation through AR-based spatial design tasks. *Computers & Education, 149*, 103800. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103800

DOĞU KARADENİZ KIRSAL MİMARİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Fatma SEDES
Istanbul Aydin University, Faculty Member of Architecture and Design
ORCID: 0000-0002-4064-7381
İç Mimar Ayşen Gülbin ÖREK
Istanbul Aydin University
ORCID: 0009-0007-6553-0925

ÖZET

Kuzeyin incisi olan Doğu Karadeniz sahip olduğu doğal güzellikleri, bu güzelliklerin yanı sıra içinde barındırdığı kültürel mirasları ve sahip olduğu kendine has kırsal mimarisi ile şahsına münhasır bir yaşanılası bölgedir. Ancak maalesef ki günümüzde, sahip olunan tüm bu güzellikler her geçen gün hızla değişmekte olan yaşam şekli ve koşulları karşısında maalesef savaşamamaktadır. Bir de üzerine bölgedeki tarihi ve kültürel miraslara yönelik yapılan koruma bilincindeki eksiklikler ve korumaya yönelik çalışmalardaki yetersizlikler eklenince; kuzeyin incisi olan Doğu Karadeniz'deki pek çok geleneksel mimari barındıran miras hızla eriyip yok olmaya başlamıştır.Değindiğimiz üzere içinde bulunulan dönemin yaşam şekilleri ve/ veya kullanıcıların ihtiyaç duydukları konforun sağlanması amacıyla da olsa; o bölgede yaşamını devam ettiren yöre halkının mevcuttaki sahip oldukları kırsal mimarinin tüm özelliklerini barındıran birçok yapının yapılan eklemelerle değişmesine veya yer yer yıkılarak yerini betonlaşmaya bırakmasına sebep olduğu da gözlemlenmektedir. Tüm bu bahsettiğimiz bozulmalar yapılan niteliksiz onarımlar sonucu ortay çıkmış ve özellikle de kolay ulaşılabilirliğinden kaynaklı kullanılan beton malzemelerin çoğunlukla tercih edilmesiyle yapıları kırsal mimari özelliğinden ve gelenekselliken uzaklaşmıştır. (Güler, 2012).

Çalışmamızda öncelikli olarak kuzeyin incisi Doğu Karadeniz' in, özellikle de Rize' nin tarihçesinden bahsedecek; sonrasında da bahsettiğimiz üzere kırsal mimarinin özelliklerine değineceğiz. Çalışmamızın devamında ise Kırsal mimariden örnekler vererek nayla yapılarını, taş kemer köprüleri, kale mimarisini ve konut mimarisini göreceğiz.

Anahtar kelimeler: Doğu Karadeniz mimarisi, nayla, kırsal mimari, ahşap yapılar

VERNACULAR ARCHITECTURE IN THE EASTERN BLACK SEA REGION

ABSTRACT

The Eastern Black Sea region is a unique region with its natural beauties, cultural heritage and unique rural architecture. However, today, all these beauties cannot resist the rapidly changing life style and conditions. In addition, with the lack of conservation awareness and inadequacies in conservation efforts for the historical and cultural heritage in the region; many of our traditional architectural heritage in the Eastern Black Sea, the pearl of the north, have started to

disappear. It is also seen that the lifestyle of the current period and / or in order to provide the comfort required by the users; it is also seen that many original buildings that contain all the features of rural architecture owned by the local people who continue their lives in that region have been changed by unconscious additions or demolished in places and replaced by concretization. All these deteriorations have occurred as a result of unqualified repairs and the buildings have moved away from their natural architectural features and traditional construction techniques, especially with the preference of concrete materials used due to their convenience. In the study, the history of the Eastern Black Sea region, especially Rize, will be mentioned first; then the characteristics of rural architecture will be mentioned. In the continuation of the study, nayla structures, stone arch bridges, defense architecture and residential architecture will be discussed by giving examples from rural / natural architecture.

Key words: Eastern Black Sea architecture, nayla, rural architecture, wooden structures

1.GİRİŞ

Çalışmamızın temel noktası olan kırsal mimari, o bölgede yaşamını devam ettiren halk tarafınca yapılan ve yapım aşamasının bölge iklimine göre değişkenlik gösterdiği, yapının inşa edildiği bölgenin topoğrafik özelliklerine, kullanıcının yaşama şeklinin yanı sıra yapıyı kullanacak ailenin kişi sayısına, bu ailenin sosyal-kültürel anlamdaki yapısına ve benlik algısı gibi faktörlerine bağlı olarak değişim gösteren; bu bağlamında, kolay ulaşılabilirliği sebebiyle tercih edilen yerel malzemeler eşliğinde bölgenin yerel ustalarınca o bölgeye ait geleneksel teknikler kullanılarak inşa edilen yapılarda uygulanan mimari üretim tekniği/ çeşididir (Batur ve Gür, 2005).

Bu tip yapıların genel özellikleri ve içinde barındırdığı mimari özellikleri aslında bakıldığında tamamen ihtiyaç gereksinimlerini karşılamak amacıyla geliştirilmiştir ve bu ihtiyaç gereksinimlerinin de bölge halkının yaşam şekline, kültürel varlıklarına, ekonomik düzeylerine bağlı olarak ortaya çıktığı görülmektedir (Çekül, 2012, s.34).

Barınma ihtiyacını karşılamak amaçlı ortaya çıkan "barınak"ın yeni bir bakış açısı kazanarak bölge mimarisini içinde barındırmasından ve o yöreye ait kültürel izler taşımasından kaynaklı, kültürel miras şeklinde değerlendirilmeye alınması ve bunun yanı sıra korunması düşüncesi, 18. Yüzyılda endüstri devrimi ve bunu izleyen yılları takiben 1790' da mevcuttaki çiftlik evleri için "gecmiş kültürün somut verileri olarak" derlenmesi fikri ile İsvicreli Karl Viktor von Bonstetten vesilesi ile hayat bulmuştur (Eres, 2013).

İlerleyen yıllarda sanayileşmenin etkisi altına giren yaşam tarzları ve ihtiyaç gereksinimleri doğrultusunda köyden kente yönelen göçlerin artması ve geride bırakılan köylü çiftçinin yaşam

tarzını ve kültürünü içinde barındıran mimari mirasın korunması olgusunun gelişmiştir. Bu durum aydınlanma devrimi akabinde, geride kalmış milletlerde ulusçuluğun oturtulması ve geride bırakılan kırsal ve kültürel mirasın ulusal kimliklerinin oluşmasına yardımcı olarak somut delil şeklinde kullanımına yönelik koruma bilinci oluşmuştur.

Bu yaklaşım yerini yıllar geçtikçe Avrupa başta olmak üzere; geleneksel izler taşıyan kırsal mimari üsluba sahip evlerin açık hava müzesi şeklinde taşınarak başka bir yerde açık hava müzesi şekline getirilerek yapının sergilenmesi olarak yüze çıkmıştır. Bahsedilen kırsal mimarinin korunması ve veya sergilenmesi durumları dâhilinde 1964 yılında yayımlanan Venedik Tüzüğü, kırsal ve kentsel dokuların kendi özgün alanında site bütünlüğü içerisinde korunması fikrinin resmi olarak birçok ülke tarafından kabul edildiği ilk resmi belge olması açısından önemlidir.

Kültürel Mirasın yerinde korunması yaklaşımı ICOMOS tarafından 197' de gerçekleştirilmiş olan "*Uluslararası Halk Mimarisi 180 Mimarlık ve Yaşam Dergisi"* Cilt: 7, No: 1, 2022 (179-202) Mehmet Ali OTYAKMAZ, Süleyman ÖZGEN Kolokyumu'nda açık hava müzesi şeklinde sergilenme fikri olarak kabul edilmiştir (Binan, 1999, s. 26).

Ülkemizde ise Avrupa birliği uyum süreci kapsamında; kırsal mimarinin koruma altına alınmasına yönelik olarak çıkarılan ve Avrupa merkezli olan bahsi geçen yasa ve tüzükler teamülen kabul edilmiştir (Çağlayan, 2018). Bu yasa ve tüzüklere değinecek olursak;

• Köy ve Kent Arasındaki Dengede Kırsal Canlandırma Politikalarına İlişkin İlke Kararı (73/3) (Avrupa Konseyi Bakanlar Komitesi 1973)

• Granada Kararı: Bölgesel Planlamada Kırsal Mimari, Avrupa Pilot Projeler Programı Sempozyumu No: 5 (1977)

• Kırsal Mimari Mirasa İlişkin 881/1979 No'lu Tavsiye Kararı (Avrupa Konseyi Bakanlar Komitesi 1979)

• Avrupa Mimari Mirasının Korunması Sözleşmesi (Granada, 3 Ekim 1985)

• Kırsal Mimari Mirasın Korunması ve Değerinin Arttırılması Hakkında Tavsiye (89/6) (Avrupa Konseyi Bakanlar Komitesi 1989)

• Çevre Politikaları Kapsamında Bütünleşik Kültürel Çevre Koruması Üzerine Tavsiye (95/9) (Avrupa Konseyi Bakanlar Komitesi 1995)

• ICOMOS Geleneksel Mimari Miras Tüzüğü (Meksika, Ekim 1999)

• Avrupa'nın Kırsal Ve Ada Bölgelerinde Doğal, Mimari Ve Kültürel Mirasın Korunması Kararları (Strasburg, 2006)

1.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışmamızın amacı, Rize ilinde bulunan sivil mimari yapıların özelliklerine değinmek ve bu bağlamda kırsal mimari üzerine örnekler vermektir. Bölgede bulunan kültür varlıklarından bahsetmek; bu kapsamda geleneksel ve özgünlüğünü koruyan yapıların özelliklerini inceleyerek göz önüne sermek bu bağlamda da geleneksel mimarinin yanında kırsal mimarinin de değerini anlatabilmek amaçlanmıştır.

Çalışmamızın kapsamı çerçevesinde Rize'nin Pazar ilçesindeki Tarakçı Konağı öncülüğünde geleneksel mimari izleri taşıyan diğer yapılara da değineceğiz.

1.2.Çalışmada Kullanılacak Yöntem

Çalışmamız boyunca Mevcut Literatür taramalarının yanı sıra Trabzon Kültür varlıklarını koruma kurulu ile de görüşme sağlanmış ancak herhangi bir done ve bilgi alınamamıştır. Boyut-M Mimarlık firması Kurucusu Yüksek Mimar Sinan ÖZER tarafından rölövesi alınan iki yapıya yer verilebilmiştir.

2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde çalışmamızda yer vereceğimiz tüm tanımları açarak kırsal mimarinin ne anlam taşıdığından başlayacak; günümüzde koruma altına alınan yapılara değinecek; Doğu Karadenizde bulunan kırsal mimarinin özelliklerini taşıyan yapılarda kullanılan teknikleri inceleyecek; malzemeleri tanıyacağız.

2.1.Kırsal Mimari

Sanayiden uzak; ticari hareketliliğin yoğun olarak yaşanmadığı, genelde de tarım veya hayvancılığın yapıldığı; nüfus oranının da az olduğu yerler kırsal yerleşim alanı olarak bilinir. Bir diğer bağlamda da şehirden uzak olan yerleşim alanlarına da kırsal yerleşim alanı olarak değinilmektedir. Bu alanlar, yani kırsal yerleşim alanları; coğrafi özelliklerinin yanı sıra kültürel varlıklarını da içinde barındıran; mevcut ekonomik yapısına da bu değerleri doğrultusunda yön veren bölgelerdir. Bu yerleşim yerlerinde dikkat edildiğinde ilk göze çarpan geniş nüfuslu ailelerin barındığı, dolayısıyla da aile içi bağların güçlendiği ve akraba ilişkilerinin de baskın bir hal aldığı olmaktadır. Kırsal mimari üsluba sahip yapıların şekillenmesinde bu etken çok büyük role sahiptir. Kırsal yerleşim alanlarındaki bu tip yapılaşmalar bahsettiğimiz üzere kırsal mimari kapsamında anılmaktadır (Eminağaoğlu, 2004). Bu tip yapılar anlaşılacağı üzere; doğal ortamda kolay ulaşılabilir malzemeler kullanılarak ve herhangi bir mimar karışmaksızın kullanıcının yaşamsal tecrübelerine dayalı şekillenen, o bölgenin kültürel ve coğrafi izlerini üzerinde barındırarak inşa edilmiş yapılardır.

Her bölgenin içinde bulunduğu iklim koşulları doğrultusunda şekillenmiş kırsal mimari üslubu vardır. Biz bu çalışmamızda Doğu Karadeniz bölgesindeki kırsal mimari ve bu doğrultudaki örneklerini inceleyeceğiz. Bu yapılar estetik kaygı düşünülmeksizin inşa edilen ve çoğunlukla el emeğinin ön planda tutularak yapıldığı; zanaat üslubu ile oluşturulmuş ve tamamen ihtiyaç gereksinimleri doğrultusunda planlandırılmış yapılardır. Bahsi geçen yapıların öne çıkan ilk özellikleri gelecek kuşaklara geçmişten taşıdığı izlerin aktarılmasıyla bilgi ve tecrübe akışını sağlayan birer kültür unsuru niteliğinde olmalarıdır (Arıbaş Ulukol, 2019).

Kırsal mimari denildiğinde akla gelen bir de o bölgedeki yaşamakta olan toplulukların sahip oldukları kültüre ait simgesel veya uygulama açısından o yöre kültürüne özgü formları da içinde barındıran mimari üslup olarak; yöresel malzemeler ve çevresel faktörlerin bir bütün olarak üretilebildiği yapılar olarak ele alınabilmesidir. Az önce de değindiğimiz üzere bu tip kırsal mimari üslupta yapılan yapılarda uygulanan tüm ayrıntılar kullanıcının yaşamsal gereksinimleri göz önünde tutularak ve günlük ihtiyaçları bağlamında yapılmaktadır. İşlevselliğinin yanı sıra, gösterişten uzak sade, bulunduğu bölgenin çevresel faktörlerine uyumlu, iç mekânda başlayan inşa serüveninin dışarıya ulaştığı noktalarda gelişim gösteren, yerel malzeme kullanımının öncelendiği özelliklerde bir mimarlık, yerel mimarlığın ya da kırsal mimarlığın başlıca özelliklerinden bazılarıdır.

2.2.Kırsal Mimaride Tercih Edilen Malzemeler

Doğu Karadeniz bölgesi genel olarak ele alındığında uygulanan yapım teknikleri ve kullandıkları malzemeler Anadolu coğrafyasında da hâkimiyetini ele alan her kırsal kesimde rastlanması mümkün taş ve ahşap malzemelerin olduğu gözlemlenmektedir. Kırsal kesimlerde çoğunlukla bu duruma yapı malzemelerinin kolay ulaşılabilirliği ve işlenebilirlik bağlamında kolaylık sağlayan, düşük maliyetli olmasının yanı sıra bir de işçilik gibi kriterlerin rolü oldukça etkilidir. Çoğunlukla tercih edilen malzeme olan taş ve ahşap uygulayıcı tarafından bir araya getirilerek farklı strüktürlerin şekillenmesi sağlanan kırsal bölge mimarisinde ham maddesi kil esaslı olan kerpiçin tercih edilmemesinin sebebi; Karadeniz bölgesinin çok yağış alıyor olmasıdır. Rize ve Artvin bölgelerine bakıldığında bu bölgelerde tuğlanın ve kiremitin daha sık kullanıldığı göze çarpmaktadır (Sümerkan, 1990). Doğu Karadeniz bölgesindeki kırsal mimari üslubunda yapılan yapılarda bir diğer göze çarpan uygulama ise bodrum katlarda ve zemin katlarda uygulanan taş malzemedir. Bunun sebebi ise yapıyı nem ve toprağın içinde barındırdığı sudan korumaktır. Yapıların bodrum ve zemin kat uygulamalarında kullanılan taşın, Karadeniz sahili ve iç kesimlerdeki yapılarda kullanımının yoğunluğu ve uygulama tekniği bağlamında farklılıklar sergilediği görülmektedir. Bazen yapının tamamında kullanıldığı göze çarpan taş

malzeme bazı yapılarda sadece bodrum ve zemin katlarda yığma moloz şeklinde kullanılırken; bazı yapılarda ise daha küçük boyutlarda dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Taş malzeme yoğun nem ve toprak suyundan yapıyı korumak adına zeminle ilişkili temel duvarlarında, genellikle ahır işlevi verilen bodrum kat ve zemin kat duvarlarında yığma yapım sistemiyle uygulanmıştır. Bunun yanında taş malzemenin doğu Karadeniz sahil ve iç kesimlerinde kullanım yoğunluğu ve tekniği açısından farklılaştığı görülmektedir. Yer yer yapının tamamında ya da bodrum ve/veya zemin katlarında yığma moloz teknikle kullanılmakta, kimi durumlarda daha küçük ebatlarda dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. (Mehmet Ali, O., Süleyman Ö., 2022)

3.DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ YERLEŞİM ÖZELLİKLERİ

Batısından Trabzon, Güneyinden Erzurum ve Bayburt, Doğusundan ise Artvin illeriyle ve kuzeyinden ise Karadenizle çevrelenmiş olan Rize ilinin yüz ölçümü 3920 km² 'dir. Fazlasıyla engebeli ve dağlık arazi yapısına sahip olan Rize' nin kıyı şeridi yaklaşık 80 km olup, genişliği de 20 metre ve 150 metre arasında değişiklik göstermektedir. Kıyı şeridi boyunca akarsuların oluşturduğu alüvyonların oluşturduğu düzlüklere de rastlamak mümkündür. Yüksek kıyılardan oluşan Rize kıyıları genellikle sade bir görünüşe sahiptir. Kıyı şeridinin hemen arkasında yükseklikleri 150- 200 metreyi bulan tepelerin yükselmesinin yanı sıra, kıyı şeridi boyunca yer yer falezler veya taraçalara da rastlanmaktadır. Akarsıların yer yer oluşturduğu dik yamaçlı ve "V" profilli vadilerin yükseklikleri yaklaşık 2000 metreye kadar yükselmektedir. 2000 m yükseklikten sonra 3200 m yüksekliğe kadar olan kısımlarda basık sırtlar görülürken, bir diğer yanda da dik yamaçlı "U" profili vadiler göze çarpmaktadır. Yer yer yüksekliğinin 3000 metreyi aştığı bilinen bölgeler, Rize' nin en sarp bölümlerini oluşturmaktadır. Bu bağlamda bakıldığında Rize'nin en yüksek noktasının Kaçkar tepesi olduğu da dikkatten kaçmamaktadır (https://rize.ktb.gov.tr/TR-55288/cografi-konumu.html).

Tüm bu bilgiler ışığında bölgeye baktığımızda genel olarak yerleşim özellikleri açısından bölge coğrafyasının kıyı şeridinden dikleşerek oldukça sert eğimle yükselmeye devam ettiği ve 50-60 km lik mesafede 2500-3000 metrelik yüksekliğe kadar erişebildiği gözlemlenmektedir. Bölgeyi doğu-batı doğrultusunda duvar gibi saran kıyı şeridi boyunca uzanan dağları ile bunun güneyinde de denize paralel olarak uzanan iç sıra dağlardan oluştuğu görülmektedir (Uzun, Yomralıoğlu 2005).

3.1.Rize'nin Tarihçesi

Rize'nin adına dair kökensel çeşitli efsaneler olmasına rağmen ne adıyla ilgili ne de Rize' nin tarihçesiyle ilgili çok detaylı bilgilere rastlanamamakla birlikte Rize M.Ö ikibinli yıllarda tarım ve hayvancılıkla uğraşan bazı toplulukların yaşadığı yer olarak bilinmektedir. Bunun yanı sıra yazılı tarihine bakıldığında Rize'nin tarihi M.Ö VII. yüzyılda Milet' li denizcilerin o bölgeye yapmış oldukları seferlerle başlamaktadır. Sonra Kimmer, Med ve Pers' lerin akınına uğradığı bilinen yöre, M.Ö 180'de Kral Pharnakes'in işgaline uğramıştır. Milattan sonra 10. yılında Roma egemenliği altına girdiği bilinen bölge, Karadeniz-İran ticaret yolu üzerinde olmasından dolayı bu bağlamda çekişmelere sebep olur ve Doğu roma İmparatorluğu yani Bizans ile Sasani' ler arasında birçok defa el değiştirmiştir. 1071 yılında Malazgirt Zaferi'nin hemen sonrasında Selçukluların eline geçmiş olsa da I. Haçlı Seferi akabinde yine Doğu Roma himayesine geri döner. 1204 yılındaki III. Haçlı Seferi sonrasında ise Trabzon Rum İmparatorluğu'nun egemenliğine girmek durumunda kalır. Fatih Sultan Mehmed döneminde yani 1461 yılında bölgede Osmanlı Devletinin egemenliği başlar ve bunun üzerine I.Dünya Savaşı'nda 9 Mart 1916'da Rusların işgaline uğrayan Rize, 2 Mart 1918 tarihinde resmen kurtulur ve bu tarih itibariyle Trabzon vilayetine bağlı sancak merkezi olmaya devam eden Rize, Cumhuriyet sonrası 1924 yılında da resmen il olarak günümüzdeki konumunu korumuştur (https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/rize/genelbilgiler).

3.2.Rize' deki Tarihi ve kültürel yapılara örnekler

Birkaç yüzyıl önce inşa edilmiş olan tarihi konaklara bakıldığında, ustalıkla yapılmış olan bu konaklarda Rize'nin kendine has yaşam tarzını yansıttığını çok net bir şekilde gözlemleyebiliriz. Genel olarak yamaçların eğimli noktalarında inşa edildiği gözlemlenen bu yapılar, bulundukları yamacın eğimine uyumlu bir şekilde bodrum kat ve 2 normal kattan oluşmaktadır. Rize bölgesi başta olmak üzere aslında Karadeniz bölgesi için de genel anlamda mutfak önemli olduğundan; yapılarda da mutfak ön planda tutulmuştur. Çoğunlukla bakıldığında mutfaklardan evin merkezinde konumlandırılmış salonlara geçişin olduğu görülmektedir. Yapılarda salonun ön yüzlerinde genellikle sıra pencereler bulunur. Salonun çevresini saran odalarda ise dikkatleri Bursa kemerli şömineler ve banyoları çekmektedir. Rize'nin merkezinde bulunan Atatürk Evi ve Rize Müzesi'nde, bunların yanı sıra Çamlıhemşin ve Fındıklı'da yer alan yapıların da çoğunda bu özellikler göze çarpmaktadır. Bölgedeki, hatta özellikle Çamlıhemşin'de bulunan yapılarda kesme taş konaklar içinde tarihsel XVII. ve XIX. yüzyıla uzanan konaklar da dikkatleri üzerlerine çekmektedir (https://rize.ktb.gov.tr/TR-127863/konaklar.html).

3.2.1.Kale Mimarisi ve Örneklendirme

Zil Kale

Çalışmamızın bu bölümünde Kale mimarisinden Zil Kale'den bahsedeceğiz. Zil Kale bölgede en çok dikkatleri üzerine toplayan kaledir. En önemlisi de 1. Derece Arkeolojik Sit alanı içerisinde yer alıyor olmasıdır. Fırtına deresinin batı yamaçlarının üzerinde, ilçenin merkezinden 15. Km güneyde yer alan bu kale denizden 750 metre, dere yatağından ise 100 metre kadar yükseklikte yer almaktadır.

Kale; üç bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler Dış surlar, Orta Surlar ve iç kaledir (https://rize.ktb.gov.tr/TR-127865/kaleler.html).



Görsel-1 *ZİL KALE* (URL-2)

a) Dış surlar

Dış Surlar dediğimiz alana kuzeybatı tarafındaki patika yoldan ulaşım sağlanmaktadır. Oradan bir teras yardımıyla orta surlar seviyesine ulaşılmaktadır.

b) Orta surlar ve İç kale

Üç önemli yapıdan oluşan orta kalede muhafız binası, baş kule ve şapel yer almaktasır. Kulenin duvarlarındaki hatıl izleri ve kiriş deliklerinden kulenin dört katlı olduğu anlaşılabilmektedir. Kulenin dört katlı olduğu duvarlardaki hatıl izleri ve kiriş deliklerinden anlaşılmaktadır. Kuleye bakıldığında duvarların üzerinde göze çarpan manzaraya bakan cephesinde (vadi tarafı/ doğu yönünde) kemerli pencereler görülmektedir (https://rize.ktb.gov.tr/TR-127865/kaleler.html).



Görsel-2 *ZİL KALE* (URL-2)



Görsel-3 *ZİL KALE* (URL-2)

Kız Kalesi

Küçük bir yarımada üzerinde kurulu olan Kız Kalesi, Pazar ilçesinin merkezinin batısında yer almaktadır. Kalenin kara ile bağlantısı bulunmamakla birlikte duvarlarındaki taş işçiliğinin muntazam bir şekilde yapılmış olması da dikkatleri çekmektedir. Kalenin inşa tarihine yönelik kesin bir bilgi olmamakla birlikte XIII. Veya XIV. yüzyıllarda yapıldığı tahmin edilmektedir. Kale ,yapısı itibariyle kare bir plana sahiptir. Bahsettiğimiz taş işçiliğinde kesme taşın kullanıldığı görülmektedir. Gözetleme kulesi olarak yapılan Kız Kalesi'nin, Osmanlı döneminde kullanıldığı bilinmektedir ancak günümüze sadece tek bir gözetleme kulesiyle ayaktadır.



Görsel-4 *KIZ KALESİ* (URL-3)



Görsel-4 *KIZ KALESİ* (URL-3)

Rize Kalesi:

Rize merkezin güneybatısında yer alan ve 480 m2 lik bir alana kurulu olan Rize Kalesi iki bölümden; yani iç ve aşağı kalelerden oluşmaktadır. I. Justinianus döneminde (527-565) İç kalenin yapıldığı, aşağı kale denen bölümünün de XIII. yüzyılda eklendiği düşünülmektedir. Rize Kalesi çevresi, yapılan düzenlemeyle günümüzde çay bahçesi olarak da kullanılmaktadır. Rize seyir tepesi olarak da düşünebileceğiniz bu kale kentin syiri için en ideal yerlerden biridir. Günümüzde baktığımızda Rize Kalesi dört bölümde incelenmektedir.
(https://rize.ktb.gov.tr/TR-127865/kaleler.html).Bunlar;

- İç Kale
- Aşağı Kale
- İç Kale ile Atatürk Caddesi arasındaki Dış Kale kalıntıları
- Eski SSK Hastanesinin doğusundaki surlar

Rize kalesinde sur duvarlarına bağlantılı bir şekilde ve oval forma sahip savunmaya yönelik yapılmış olan kulelerin yanı sıra sur duvarlarının güçlendirilmesi amaçlı yapılmış olan destek kuleleri de görülmektedir. Surda yer alan kulelerin arasında oval formlu kulelerin yanı sıra belli aralıklarla yapılmış kare ve dikdörtgen formlu kuleler de mevcuttur. Dışa çıkıntılı olarak inşa edilmiş olan bu kulelere bakıldığında düşmana karşı her yönden savunmanın düşünülerek incelikle tasarlandığı anlaşılmaktadır. Günümüzde görüldüğü üzere surda yıkılan yerlerin üzerine betonarme yapıların inşa edildiği ve bir kısmının da üzerinden yol geçirilmiştir. Rize Kalesi'nin duvar kalınlıkları yer yer 3 metreyi bulmaktadır. Rize Kalesi'nin yapılışında kullanılan malzemeler horasan harcı ve yontu taştır. 1989 yılında onarım gören Rize Kalesi'nin surlarında onarım esnasında kullanılan malzemenin ise düzgün yontu taş olduğu gözlemlenmektedir.
Rize Kalesi 22.08.2011 tarih ve 175851 sayılı Kültür ve Turizm Bakanlığımız Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü 2011 yılı yatırım programında yer almıştır ve bu bağlamda rölövesi alınmış, restorasyon projesi hazırlanmış, restitüsyon ve çevre ve aydınlatma projeleri tamamlanmıştır (https://rize.ktb.gov.tr/TR-127865/kaleler.html).

3.2.2.Dini yapı olarak Cami Örneklendirmesi Bölgenin zengin mimarisini bünyesinde barındırırken mahalli özelliklerine de bağlı kalan İslampaşa Camii (Kurşunlu), Gülbahar Merkez Camii, Şeyh Camii ve Orta Cami yapıları merkezde yer almaktadır. Bu dini yapılar incelendiğinde yapı malzemesi olarak yörenin genelinde de olduğu gibi ahşap ve taş malzemenin seçilmiş olduğu görülmektedir. Osmanlı Dönemi klasik devrine ait olduğu bilinen

İslampaşa Camii dışında kalan diğer dini yapılar yakın zamanlarda onarım görmüştür. Onarım gören bu Camilerin 1920'li yıllardan sonra cemaat bölümlerinin üzerine bağdadi üslupta birer kat eklendiği bunun yanı sıra 1950' li yıllarda da kimilerinin barok üslup genelinde yuvarlak kemer-ve taşkın silmeler eklenerek onarım gördüğü bilinmektedir. 1960'lı yıllara gelindiğinde ise kırma çatılı camilerin yerini taş ve beton malzeme kullanılarak yapılan kubbeli camiler almaya başlamıştır. Günümüze kadar gelen camilerin dış cephelerine bakıldığında taş malzemeyle karşılaşılırken iç mekânlarına girildiğinde ahşap malzemenin bizi karşıladığını görmekteyiz. Genel olarak yapılarda güzellik algısı arka planda tutularak sade bir dini yapı bizi karşılarken inşasında tamamen ihtiyaç gereksinimlerinin ön planda tutulduğu anlaşılmaktadır.



Görsel-5 *İslampaşa Camii* (URL-4)



Görsel-6 Gülbahar Camii (URL-4)
(*https://rize.ktb.gov.tr/TR-127866/camiler.html*).

3.2.3.Taş Kemer Köprüler

Çalışmamızın bu bölümünde değineceğimiz köprüler ilk çağlardan bu yana farklı toplumlarca da kullanılmış; günümüzde de halen su taşkınlarından korunmak ve ulaşımı sağlamak amaçlı kullanılmaya devam etmektedir. Burada da Karadeniz bölgesinin sahip olduğu iklim ve coğrafi özelliklerinden dolayı sıkça karşımıza çıkmakta olan köprülere değineceğiz. Bölgede akarsu yataklarını geçip yapılara, yaylalara ve tarım arazilerine ulaşımı sağlamak için sıkça köprü inşa edildiği görülmektedir. Ancak iklim koşullarından dolayı sıkça onarım görmek zorunda olan bu yapıların genel olarak bakıldığında genel hatlarının yuvarlak veya sivri kemerli bir yay formunda karşımıza çıktığı gözlemlenmektedir. Tümünün dikdörtgen planlı olduğu ve akarsu yatağının iki tarafından karşılıklı gelecek şekilde ayaklar üzerinde yükseldiği görülmektedir. Her köprünün yüksekliği ve genişliği uygulanan akarsu vadisinin özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. 2-3 metreden 15-20 metre varan yüksekliğe kadar ulaşan köprülerin yanı sıra inşa edilen bu köprülerin uzunluklarının da vadilerin genişliğine göre 20 m ile 45 m arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Köprülerin inşasında malzeme olarak kemerlerinin düzgün kesme taştan, ayak ve diğer kısımları moloz taştan yapıldığı görülmektedir. Korkuluklarının ise tek sıra taştan yapıldığı, bazılarında ise sonradan eklenen demir korkuluklar göze çarpmaktadır (https://rize.ktb.gov.tr/TR-127867/kemer-kopruler.html).



Görsel-7 *DİKTAŞ KÖPRÜSÜ* (URL-5)



Görsel-8 *ÇAĞLAYAN KÖPRÜSÜ* (URL-5)

3.2.4.Nayla Örneklendirmesi

Türk Dil Kurumu Sözlüğü'ne göre Serender (seren, serende, serender, serendi, sereti), dört, altı veya sekiz ayak üstüne yapılmış tahıl, meyve ve sebze kurusunu saklamak için kullanılan kiler şeklinde betimlenmektedir (www.sozluk.gov.tr). Nayla, bilinen diğer bir adıyla da serender, Doğu Karadeniz bölgesinin kendine has yöresel mimarisinin temel taşlarından biridir. Naylalar

aslında mimari boyutta bir ev eklentisidir. Naylalar bölgede yaşayan halkın üretim biçimi ile doğru orantıda ortaya çıkmıştır. Genel olarak bakıldığında esas sebep ulaşımın kısıtlı olduğu bölgelerde ev ahalinin beslenmesi için ihtiyaç duyduğu gıdaların teminini sağladıktan sonra onları bozulmadan saklayabileceği bir alana ihtiyaç duymasıyla ortaya çıkmıştır. Bu yapının ortaya çıkışındaki etken halkın üretim biçimidir. Ulaşım imkânlarının kısıtlı olduğu zamanlarda, beslenme için gerekli gıdalar sağlandıktan sonra bozulmadan korunması gerekmektedir. Bu sebeple de konutların yakınında yardımcı yapılar oluşmuştur (Sözen, Eruzun, 1992). En bilinen ismi Serender olmakla beraber yöreden yöreye farklılık gösteren adları; merek, çöten, çit, nayla, paska, bagen, ayvan'dır. Doğu Karadeniz bölgesinin sahip olduğu mimari özelliklerini tam anlamıyla tamamlayan Naylaların konuta ek olarak ihtiyaca yönelik geliştirildiğini söyleyebiliriz. Konut yapılarına ek olarak ihtiyaca yönelik geliştirilmiş serender bölge mimarisinin görünüşünü tamamlayan bir öğe olarak değerlendirilmektedir (Özgüner,2017) Bahsettiğimiz üzere Doğu Karadeniz'e özgü olarak bilinen bu yapılara Gürcistan' ın Acara bölgesinde de sıklıkla rastlamak mümkündür. Acara bölgesinde de karşımıza " Nalia" adıyla çıkmaktadır.

Naylalar konuta en yakın yerde ve eğimli araziye uygun şekilde inşa edilir. Eski tarihlerde buzdolabı olmadığı için evin tüm yiyecek ve içeceklerinin bozulmadan depolanabilmesi amacıyla kullanılan naylaya sıklıkla gidilip gelinmesi sebebiyle yapıdan uzak yerde yapılmaz. Ayrıca bölge insanlarının sıklıkla kendilerinin ürettiği peynir, çökelek gibi süt ürünlerinin bozulmasına engel olmasının yanısıra naylalardaki hem serin tutma hem de kurutma özelliğinden dolayı bölgede sıklıkla yetiştirilen mısır, fındık, patlıcan ve benzeri gıda ürünlerinin de buralarda kurutulduğu ve kış ayları boyunca da saklanabildiği bilinmektedir.

3.2.4.1.Naylanın Bölümleri: Çalışmamızın bu bölümünde Doğu Karadeniz'in kendine özgü mimari güzelliği olan *nayla*yı oluşturan elemanları tek tek ele alarak inceleyeceğiz. *nayla*yı oluşturan öğeler direk, çalman, teker, kiriş, zemin, duvar, iç mekân elemanları, merdiven ve çatıdan oluşmaktadır.




Görsel 9-10 Nayla Örnek Resimleri (URL 6)



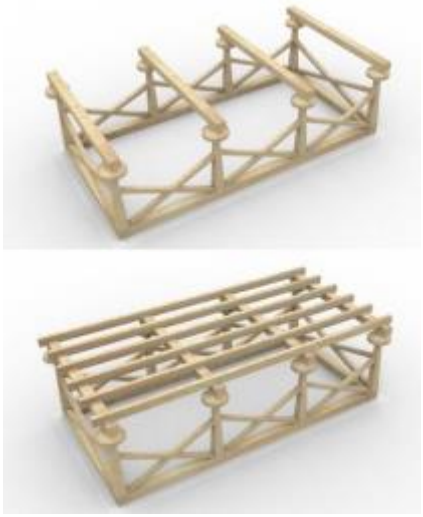
Görsel-11 *Nayla Zemin- Direk modellemesi* *(*Özgel Felek S, 2020*)*



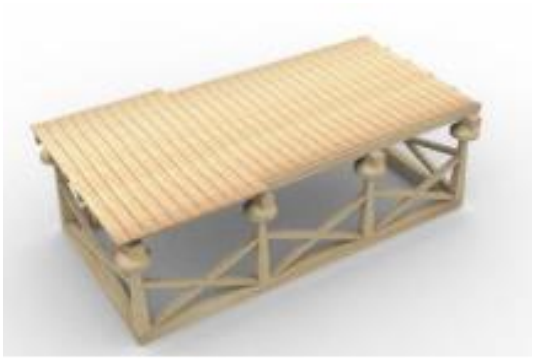
Görsel-12 *Nayla Çalman Modellemesi*
(Özgel Felek S, 2020)



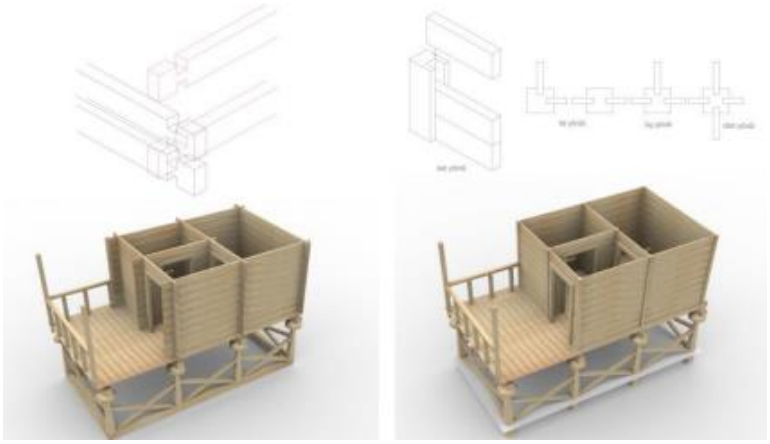
Görsel-13 *Nayla Teker Modellemesi*
(Özgel Felek S, 2020)



Görsel-14 *Nayla Kiriş Modellemesi*
(Özgel Felek S, 2020)



Görsel-15 *Nayla Zemin Izgarası Modellemesi*
(Özgel Felek S, 2020)



Görsel-16 *Nayla Duvar Kurtboğazı ve Çalmaboğaz Modellemesi* (Özgel Felek S, 2020)



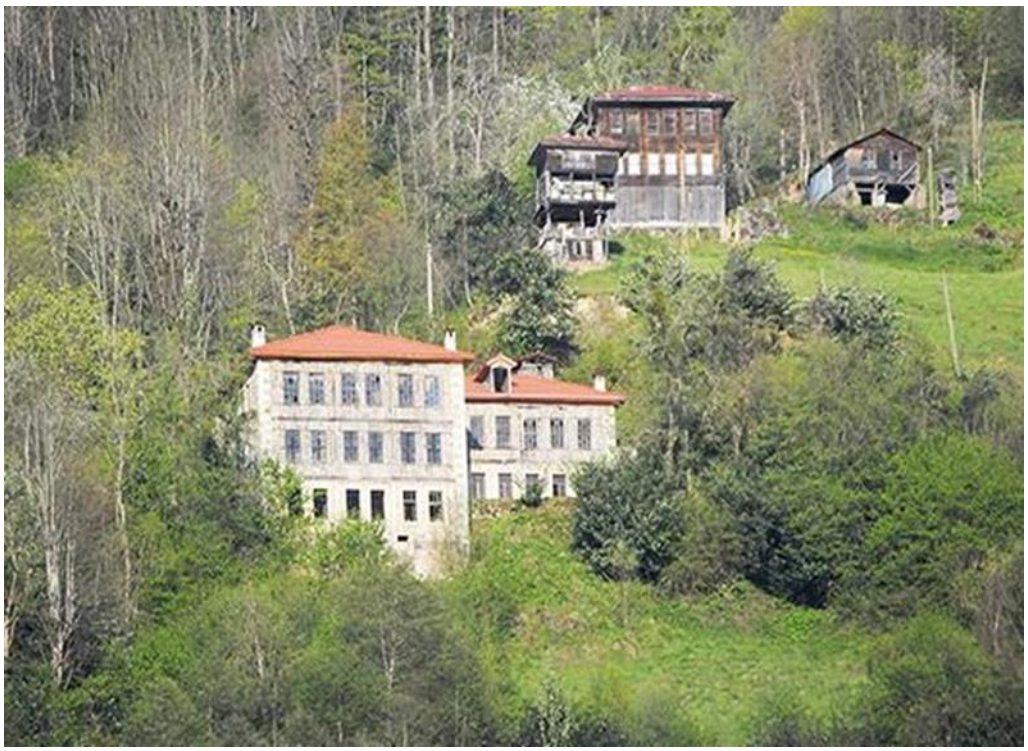
Görsel-17 *Nayla İç Mekan Bölmelendirilmesi Modellemesi Modellemesi*
(Özgel Felek S, 2020)



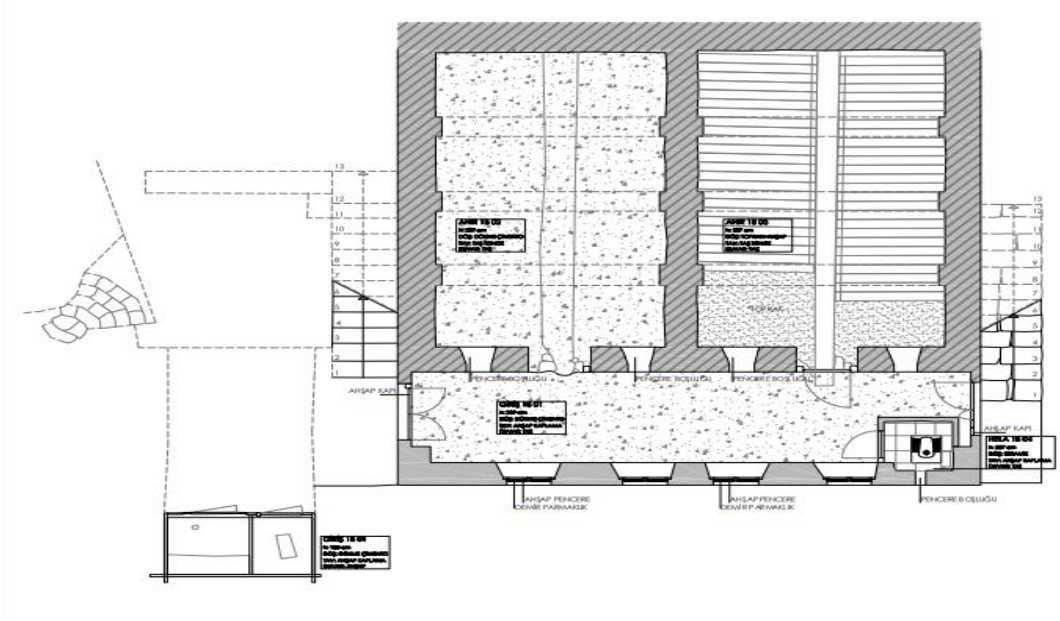
Görsel-18 *Nayla Çatı – Saçak*
(Özgel Felek S, 2020)

3.2.5.Konut Mimarisi ve Örneklendirmeleri

Sahiplerini sonraları sıkıntıya düşüren ve yazının esas meselesi Çalışmamızın bu bölümünde Doğu Karadeniz'in bir diğer mimari özelliklerini barındıran konut yapılarına değineceğiz. Bu bölümde ilk olarak Makrevis (Konaklar) Köyü'ndeki Tarakçı Konağını göreceğiz. Tarakçı ve Dudi konakları aynı aile üyelerine ait iki ayrı konak olmasının yanı sıra konakların yapılması öyküsüne gelince bahsettiğimiz üzere aynı aileye mensup kişilerin aralarındaki rekabet sonucunda yapılmış olmalarıdır. Tarakçıoğlu Konağı'nı yaptıran Hurşit Ağa, bölgenin ileri gelenlerindenmiş. Bölgede Ağa olarak nam salmış.Rusyaya gittiğinde kazandığı parayla günümüzde hâlâ ayakta durmakta olan büyük taş konağı yatırmış. Bu konak mimari özelliğince 18 odadan oluşmaktadır. Konak üç katlı olup, pencerelerinde vitray uygulamalarına rastlanmaktadır. Ayrıca konakta bulunan her misafir odasında şömine olması da dikkat çekicidir. Tüm bunların yanı sıra ahşap oyma işçiliğinin geleneksel özelliklerini yansıtan, pencere ve duvar demirleri ve özel koruma boyaları Rusya'dan getirilmiş taş ve ahşap karışımlı bu konak yazdan yaza gelen aile fertleriyle hayat bulmaya devam etmektedir.



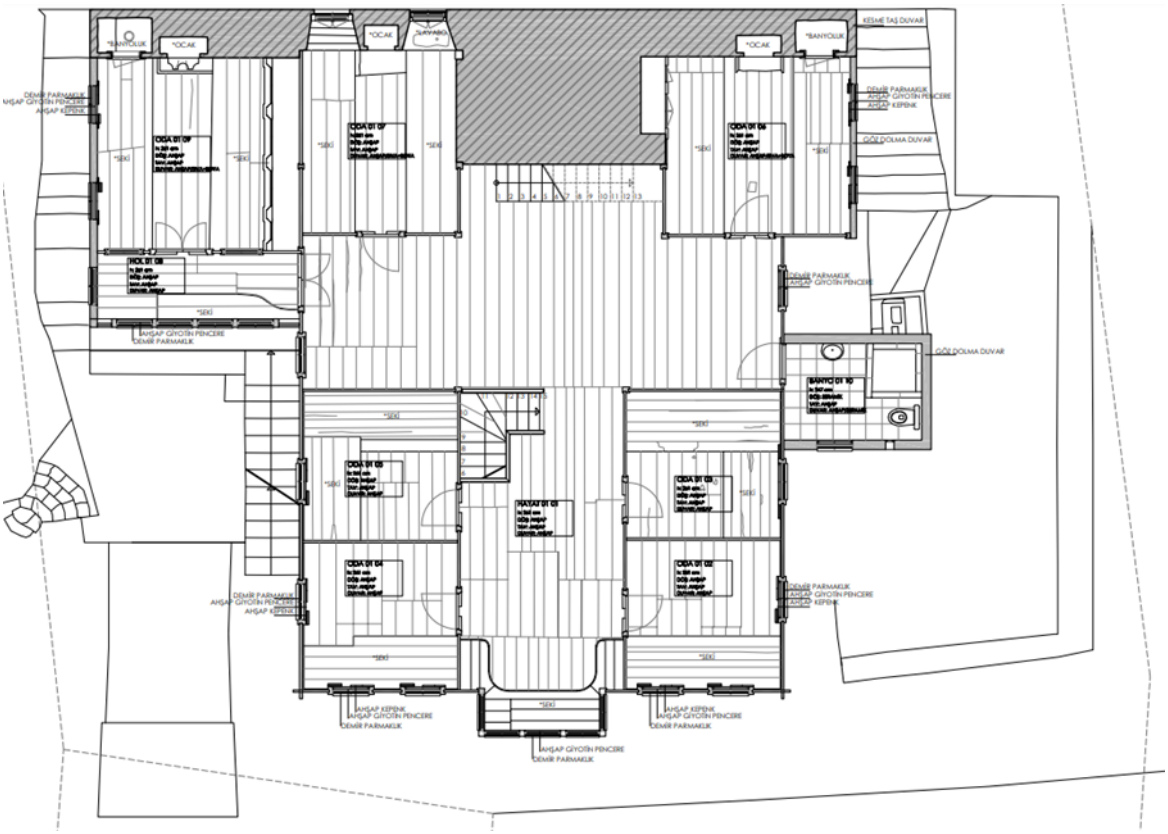
Görsel- 19- ***TARAKÇI KONAĞI- ÇAMLIHEMŞİN*** **(URL-7)**



Görsel-20 Tarakçı Konağı- Bodrum Kat Planı (Rölövesi ,Yüksek Mimar Sinan ÖZER tarafından paylaşılmıştır.)



Görsel-22 Tarakçı Konağı- Zemin Kat Planı (Rölövesi Yüksek Mimar Sinan ÖZER tarafından paylaşılmıştır).



Görsel-22 Tarakçı Konağı- Birinci Kat Planı (Rölövesi Yüksek Mimar Sinan ÖZER tarafından paylaşılmıştır).

Genel olarak incelendiğinde Doğu Karadeniz mimarisine bakıldığında tüm yapılarda tercih edilen malzemenin ahşap ve taştan başka bir şey olmadığı görülmektedir. Farklı yapısal tasarımlarla oluşturulan yapıları sınıflandıracak olursak genellikle bodrum + 1 kat ve bodrum+ 2 kattan oluştuğunu söyleyebiliriz.

Bu yapıların da;

Tümüyle kaba yontu taştan yapılmış olduğunu;

Bütününün ahşap karkas kullanılarak ve çivi gerektirmeyen boğaz geçme denilen sistemle ahşap üzerine ahşap kaplama şeklinde yapıldığını,

↔ Bodrum katların taş malzemeyle yapılıp, üst katlarında ahşap malzemeyle yapının tamamlandığını,

↔ Taş örgü şeklinde ve göz dolma tekniği de kullanılarak inşa edildiğini,

↔ İnce yontu taştan yapılıp, ön cephesinde göz dolması uygulanan evlere rastlanıldığını,

↔ İnce yontu taştan yapılıp, bu defa da cumbasında göz dolması uygulanan evlere rastlanıldığını,

↔ İnce yontu taş malzeme kullanılarak yapılmış ancak cumbasında ahşap malzeme kullanılarak inşa edildiğini söylemek mümkündür.

Bölgedeki kırsal mimarisini üzerinde taşıyan konutlarda diğer bir dikkat çeken detay tam kat yüksekliğinde uygulanmış olan kapı kasaları ve oymalı kapı kanatlarıdır. Bu kapılar yapıya etkileyici bir hava katmaktadır. Bunun yanı sıra bazı evlerde de varak kaplama kapı kollarının uygulandığı da dikkatlerden kaçmamaktadır. Taş evlerin hemen hemen hepsinde pencere kasalarındaki derinlik hem kullanış açısından hem de görselliğiyle bir diğer dikkat çeken mimari özelliktir. Doğu Karadeniz mimarisinde pencerelerde dikkat çeken diğer özelliklerden biri de dıştaki uygulanan geniş sövelerdir. Pencerelerde düz hatıl uygulamasının yerini basık kemer hatıllara bırakmasının da yapıya mistik bir atmosfer kattığı yadsınamaz bir güzelliktir.

KAYNAKLAR

Arıbaş Ulukol, D. (2019). İznik Hisardere Köyü incelenmesi ve kırsal bağlamda sorunlarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 207.

Boyut-M Mimarlık- Yüksek Mimar Sinan ÖZER (Tarakçı rölövesi alınmış ve bizimle paylaşılmıştır.)

Eminağaoğlu, Z. (2004). Kırsal yerleşmelerde dış mekân organizasyonu-ilgili politikalar ve değerlendirmeler. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 320.

Eres, Z. (2008). Türkiye'de planlı kırsal yerleşmelerin tarihsel gelişimi ve Erken Cumhuriyet Dönemi planlı kırsal mimarisinin korunması sorunu.

Eres, Z. (2013). Türkiye'de geleneksel kırsal mimarinin korunması: Tarihsel süreç, yasal boyut. Mimari ve Kentsel Koruma, Prof. Dr. Nur Akın'a Armağan. Ed. KK Eyüpgiller-Z. Eres. İstanbul: Yem Yay, 457, 469.

Güler, K. (2012). *Doğu Karadeniz Kırsal Mimarisi Örneklerinden Rize-Fındıklı Aydınoğlu Evi Restorasyon Projesi.*

Gür, Ş. Ö., & Batur, A. (2005). Doğu Karadeniz'de Kırsal Mimari. Milli Reasürans TA Ş.

Birliği, T. K. ÇEKÜL,(2012). Sürdürülebilir Kültür Turizmi İçin Kamu-Yerel-Sivil-Özel İşbirliği.

Mehmet Ali, O., Süleyman Ö., *Doğu Karadeniz Kırsal Mimarisi İçin Koruma Önerisi: Rize, İkizdere, Dereköy Köyü – Asım Ekşi Evi Örneği*, Mimarlık ve Yaşam Dergisi Journal of Architecture and Life, (2022).

M. Sözen-C. Eruzun, Anadolu'da Ev ve İnsan, Emlak Bankası, İstanbul 1992, s. 122

Orhan Özgüner, Köyde Mimari: Doğu Karadeniz, Dergâh Yayınları, Ankara 2017, s. 27.

Özgel Felek S, (2020) "Karadeniz İncelemeleri Dergisi", (28), 525-546 525 "*DOĞU KARADENİZ YEREL MİMARİYE AİT SERENDER VE DÜNYA'DAN BENZER YAPILAR*"

Uzun, U. ve Yomralıoğlu, T. (2005).; "Doğu Karadeniz Bölgesinde Dağınık Yerleşim Sorunlarının Mülkiyet Açısından İrdelenmesi ve Kırsal Arazi Düzenleme Modeli", Doğu Karadeniz Bölgesi Kalkınma Sempozyumu 2005, KTÜ, 23-34.

URL KAYNAKLAR

https://www.hurriyet.com.tr/seyahat/firtina-da-bir-sato-tarakci-konagi-27770340

https://rize.ktb.gov.tr/TR-127865/kaleler.html

https://rize.ktb.gov.tr/TR-127863/konaklar.html

https://rize.ktb.gov.tr/TR-127865/kaleler.html

https://rize.ktb.gov.tr/TR-127865/kaleler.html

https://rize.ktb.gov.tr/TR-127866/camiler.html
https://rize.ktb.gov.tr/TR-127867/kemer-kopruler.html
https://rize.ktb.gov.tr/TR-127859/naylalar.html
https://www.hurriyet.com.tr/seyahat/firtina-da-bir-sato-tarakci-konagi-27770340

KÜLTÜR TURİZMİ BAĞLAMINDA ORTAHİSAR GELENEKSEL EVİNİN BELGELEME ÇALIŞMALARI[1]

Fatih SÖZLEŞEN
Niğde Omer Halisdemir University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 51100 Merkez, Nigde
ORCID: 0009-0002-0716-5863
Emel EFE YAVAŞCAN
Niğde Omer Halisdemir University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 51100, Merkez, Niğde
ORCID: 0000-0002-7652-528X

ÖZET

Kapadokya, sadece doğal güzellikleriyle değil, aynı zamanda zengin kültürel mirası ile önem taşımaktadır. Ortahisar, Kapadokya'nın en eski, özellikle Bizans dönemine ait izlerin görülebileceği kayalara oyulmuş yapıları, karakteristik taş evleriyle ve manastırları ile dikkat çeken yerleşimlerdendir. Turizmin etkisindeki bu doğal ve kültürel varlıkların korunarak yaşatılmasında turizm bir amaç değil araç olmalıdır. Ortahisar'da günümüzde işlevsiz durumdaki 3. derece doğal sit alanı sınırlarındaki, Levent Vural Evi yok olma tehlikesindedir. Çalışma konusu olarak seçilen geleneksel konut Ortahisar'da 29 pafta, 5640 parselde yer almaktadır. Geleneksel Ortahisar Ev tipolojisindeki yapı avlulu, kayadan oyma ve taş yığma yapıları bir arada bulundurmaktadır. Yapı, karma tekniklerde katmanlı olarak, farklı dönemlerde, içerisinde farklı kotların oluşturduğu dört seviyeden oluşmaktadır. Geçimini tarım ve hayvancılıkla yapan kullanıcılarının gereksinimleri karşıladığından, ahır, işlik, dam, şırahane, arılık gibi servis mekanları bulundurmaktadır. Çalışmanın amacı, turizmin etkisindeki bölgede karakteristik özellikleri ile günümüze ulaşan geleneksel konutun korumada ilk ve önemli adım olan belgeleme çalışmalarını gerçekleştirmek, kültür turizmi aracılığı ile restorasyon sürecine katkı sağlamaktır. Yapının bugünkü durumunu analitik incelemeler ve değerlendirmelerle belgelenmesinde teknolojik yöntem olan lazer tarama metodundan yararlanılmıştır. Geleneksel konutun korumada kültür turizmini araç edinerek sürdürülebilir korunması ve yaşatılması adına belgeleme çalışmalarının katkı sağlayacağı düşünülmektedir

Anahtar Kelimeler: Kapadokya/Ortahisar, taşınmaz kültür varlığı, kültür turizmi, belgeleme, lazer tarama

[1]Bu çalışma Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalında Dr. Öğr. Üyesi Emel EFE YAVAŞCAN danışmanlığında devam etmekte olan yüksek lisans çalışmalarından yararlanılarak oluşturulmuştur.

DOCUMENTATION STUDIES OF ORTAHİSAR TRADITIONAL HOUSE IN THE CONTEXT OF CULTURAL TOURISM

ABSTRACT

Cappadocia is important not only for its natural beauties but also for its rich cultural heritage. Ortahisar is one of the settlements that draw attention with its rock-carved structures, characteristic stone houses and monasteries where traces of the oldest Byzantine period can be seen in Cappadocia. Tourism should not be a goal but a tool in conserving and sustaining these natural and cultural assets under the influence of tourism. Levent Vural House, which is currently in a dysfunctional 3rd degree natural site area in Ortahisar, is in danger of extinction. The traditional house selected as the subject of the study is located in Ortahisar on plot 29 and parcel 5640. The structure in the traditional Ortahisar House typology includes courtyard, rock-carved and stone-piled structures together. The structure consists of four levels with different elevations in different periods, layered in mixed techniques. Since it meets the needs of its users who earn their living from agriculture and animal husbandry, it contains service areas such as barn, workshop, roof, wine cellar and apiary. The aim of the study is to carry out documentation studies, which are the first and important steps in the protection of traditional housing that has survived to the present day with its characteristic features in the region affected by tourism, and to contribute to the restoration process through cultural tourism. The technological method of laser scanning was used in documenting the current state of the structure with analytical examinations and evaluations. It is thought that documentation studies will contribute to the sustainable conservation and survival of traditional housing by using cultural tourism as a tool in protection.

Keywords: Cappadocia/Ortahisar, immovable cultural asset, cultural tourism, documentation, laser scanning

1. GİRİŞ

Kapadokya Bölgesi, eşsiz doğal oluşumları, çok katmanlı tarihî birikimi ve zengin kültürel peyzajıyla yalnızca Türkiye'nin değil, dünyanın da en özgün coğrafyalarından biridir. Kapadokya sınırları içerisinde, UNESCO Dünya Miras Listesi'nde Nevşehir İli sınırlarında: Göreme Milli Parkı, Karain Güvercinlikleri, Yeşilöz Theodoro Klisesi, Karlık Kilisesi, Kaymaklı Yer Altı Şehri, Derinkuyu Yer Altı Şehri ile hem kültürel hem doğal miras olarak yer almaktadır. Volkanik tüf yapısının sağladığı avantajlar sayesinde gelişen kaya oyma mekânlar ve taş konut mimarisi, bölge halkının yaşam biçimini yansıtan önemli mimari örnekler oluşturmuştur. Bu geleneksel yapılar, tarihsel süreç içerisinde yerel üretim teknikleri ve sosyal

ihtiyaçlar doğrultusunda biçimlenmiş, bugün Kapadokya'nın kültürel mirasının taşıyıcı unsurlarından biri haline gelmiştir. Kapadokya Bölgesi tarihi süreçte pek çok medeniyete ev sahipliği yapmış, tarihi ve kültürel değerleri ile korunması gerekli tarihi çevreyi oluşturmaktadır. Kaya oyma mekanlar, karakteristik sivil mimari eserleri, peri bacaları oluşumları gibi tarihi ve kültürel değerleri nedeniyle turizmin yoğun görüldüğü bölgedir.

Son yıllarda turizm faaliyetlerinin yoğunlaşması, bölgenin ekonomik yapısında önemli değişimlere yol açarken, geleneksel mimari dokunun korunması ve yeniden değerlendirilmesi yönünde yeni fırsatlar da sunmaktadır. Özellikle konaklama işleviyle yeniden canlandırılan geleneksel konutlar, kültürel mirasın yaşatılmasında turizmin yapıcı etkisini ortaya koymaktadır. Ancak bu süreç, doğru yönlendirilmediğinde fiziksel bozulmalara ve kimlik kaybına neden olabilmektedir. Dolayısıyla turizm ile kültürel mirasın korunması arasında sürdürülebilir bir denge kurulması büyük önem taşımaktadır. Turizm; korumada bir olanak, araç olurken, koruma amaçlı (ağırlıklı) bir şekilde planlanmadığında özgün değerlerin yok olmasına neden olan bir risk oluşturmaktadır (Efe Yavaşcan, 2019). Asatekin (2004), Türkiye'de turizmin ekonomik kalkınmada ana sektör olarak benimsendiğini belirtmekte, turizmin amaç, restorasyon/korumanın ise araç olduğunu belirtmektedir (Asatekin, 2004).

Turizm etkisindeki Kapadokya'da korumada kültür turizmini araç edinerek sürdürülebilir koruma bağlamında çalışma konusu olarak seçilen Ortahisar'daki Levent Vural Evi günümüzde kullanım dışı kalmış ve yok olma tehlikesindedir. Kapadokya Bölgesinin genelinde olduğu gibi Ortahisar kasabasında da yapılaşma yer altında kayalara oyulan mekanlardan başlar ve yer üstünde kesme taş cepheli yığma tekniği ile yapılmış yapılar ile bütünleşerek ve gelişerek Ortahisar geleneksel dokusunu oluşturur (Ulusoy, 2013). Ortahisar geleneksel konut mimarisinin karakteristik özelliklerini taşıyan bu yapının turizm etkisindeki beldede korumada kültür turizmini araç edinerek sürdürülebilir korunması ve yaşatılması mümkündür. Geleneksel Ortahisar Ev tipolojisindeki yapı avlulu, kaya ve taş mekanları içinde barındırmaktadır. Çalışmanın amacı, turizmin etkisindeki bölgede karakteristik özellikleri ile günümüze ulaşan geleneksel konutun korumada ilk ve önemli adım olan belgeleme çalışmalarını gerçekleştirmek, kültür turizmi aracılığı ile restorasyon sürecine katkı sağlamaktır. Geleneksel konutun kültür turizmi aracılığı ile işlevlendirilmesi ve yaşatılması için belgeleme çalışmalarının katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Kapadokya, Ortahisar, Eski Mahalle ve kültür turizmi ile ilgili literatür çalışmaları araştırılmıştır. Yapının belgelemesinde arazi ve ofis çalışmalarından oluşan iki aşamalı süreç

yürütülmüştür. Yapının bugünkü durumunu analitik incelemeler ve değerlendirmelerle belgelenmesinde teknolojik yöntem olan lazer tarama metodundan yararlanılmıştır. Teknolojik belgeleme tekniklerinden bazıları; total station, GNSS, lidar, fotogrametri ve lazer tarama tekniğidir (Balcı, 2022). Günümüzde geleneksel belgeleme tekniklerinin yerini hızlı, optimal maliyetli, yüksek doğruluk ve hassasiyetli olan teknolojik belgeleme teknikleri almıştır. Levent Vural Evi'nin bu tekniklerden lazer tarama ile 2024 yılında ölçümleri gerçekleşmiştir. Karmaşık yapı; kayadan oyma mekanlara, bozulma sürecinde ve farklı kotlarda mekanlara sahip olduğu için geleneksel yöntemle ölçülmesi mümkün değildir. Hata oranını en az indirgeyen, daha hızlı ve az iş gücü gerektiren teknolojik metot bu sebeplerle tercih edilmiştir. Ölçümler ofis çalışmaları ile çizimlere aktarılmıştır. Görsel analiz, grafik belgeleme ve fotoğrafla belgeleme çalışmaları tamamlanmıştır.

2. KORUMA ve KÜLTÜR TURİZMİ

Kültür turizmi ilk olarak Avrupa Komisyonu tarafından AB'nin kültürel kimliğini ve mirasını netleştirme çalışmaları sırasında, 1980'lerin başında tanıtılmıştır (Erol, 2024). 1960'lı yılların başında Avrupa'da ortaya çıkan kültür turizmi 1980'li yıllarda Avrupa, Kuzey Amerika ve Uzak Doğu dünya ülkelerinde de söz konusu olmaya başlamış ve uluslararası turizm pazarında yeni bir turizm kavramı olarak ortaya çıkmıştır (Uca, 2010). Aslında diğer turizm faaliyetlerinin insanlarda doyuma ulaşması, küreselleşme ulaşım ve iletişim araçlarının gelişmesi, insanların diğer kültürleri görme, öğrenme ve merak etmeleri kültür turizmini doğurmuştur (Emekli, 2006). Kültür turizmi için kültürel turizm, tarih turizmi, miras turizmi gibi farklı kavramlar kullanılmaktadır (Doğaner, 2003). Kültür turizmi ile ilgili pek çok tanımlama bulunmaktadır (Aydın, 1990, Richards, 1996, Arınç, 2002, Çulha, 2008, Usta, 2012, Doğaner, 2013, Saarinen vb., 2014). Günümüz kültür turizmi özetle somut ve somut olmayan kültürel mirasları (anıtlar, tarihi çevreler, sanat eserleri, arkeolojik, doğal, kentsel sitler, sanat eserleri, koleksiyonlar, kültürel kimlik, gelenek ve görenekler, el sanatları, dil vb.) paylaşmayı ve deneyimlemeyi içeren bir etkinlik türüdür (Erol, 2024).

Turizm, kültürel mirasın korunması ve tanıtılması açısından önemli bir araçtır. Özellikle tarihi ve mimari açıdan zengin bölgeler, turistler için cazip destinasyonlar olabilmekte ve böylece yerel ekonomiye önemli katkılar sağlanmaktadır. Turizmin koruma için finansman sağlamasının yanı sıra, toplumsal ve fiziki açıdan olumlu pek çok etkisi sayılabilmektedir. Fakat turizmin yoğun baskı yaratması ve yönlendirilememesi, zaman zaman kültürel ve doğal mirasın korunması açısından olumsuz sonuçların ortaya çıkmasına da neden olmaktadır (Sağıroğlu, 2016). Turizmin bu yapılar üzerindeki etkisi, özenle yönetilmelidir; aşırı turistik etkinlikler,

yapıların özgünlüğünü ve bütünlüğünü tehlikeye atmaktadır. Turizmin yapılar üzerinde olumlu ve olumsuz sonuçları bölgede izlenmektedir. Turizm, tarihi yapıları ve kültürel alanları tanıtarak, bu yapıları korumak için gerekli finansal kaynakları sağlayabilmektedir. Turistlerin ilgisi ile restorasyon ve koruma projelerini destekleyen bağışlar ve fonlar sağlanabilmektedir. Ayrıca, turizm, yerel ekonomiyi canlandırarak, tarihi yapıların bakımını üstlenecek yerel iş gücünü teşvik edebilmektedir. Öte yandan, turizm kontrolsüz ve yoğun kullanımı ile tarihi yapılara zarar vermek ve yok olma riski oluşturabilmektedir. Yoğun ilgi nedeniyle turistler için yapılara izinsiz eklemeler yapılabilmekte ve bu şekilde kalabalık turist grupları, yapıların fiziki bozulmasına sebep olabilmektedir (Şekil 1). Bu nedenle, turizm faaliyetlerinin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, koruma stratejilerinin önemli bir parçasıdır. Turizm ile kültürel mirasın korunması hem gerekli hem de arasında denge kurulması şarttır.



Şekil 1. Nevşehir'de turizmin etkisi ile ortaya çıkan izinsiz eklemeler yapılması (https://www.kapadokyahaber.com.tr/haber)

Kapadokya bölgesi doğal dokusuyla doğa turizmi olanaklarına sahipken aynı zamanda pek çok değeri ile farklı turizmlere (kültür, mağara, balon, termal ve sağlık, inanç, atlı, kongre, gastromoni ve şarapcılık, bisiklet, tarım ve çiftlik, kamp caravan vb.) uygun bir bölgedir. Dini ve tarihi miras, kültür, doğal yapı ve turistik değerler açısından taşıdığı önem dolayısıyla korunmaya değer çok sayıda eser ve doğal güzelliğe sahiptir (Saykılı, 2017). Bölgedeki Ortahisar beldesi nüfusu günümüzde oldukça azalmış olup yaş ortalamasının yüksek olması, yapıların terkedilmesi, köhneleşmesi gibi nedenlerle tarihi çevre bozulmaktadır. Heyelan bölgesi olması nedeniyle de terkler sonucu harabelerin oluşması ile özgünlüğünü koruması risk altındadır. Terkedilen Ortahisar'daki mevcut geleneksel konutlar günümüz konfor ihtiyaçlarını karşıyamamaktadır. Özellikle en özgün yapıların bulunduğu "Eski Mahalle" adı verilen tarihi yerleşim, bu bozulmadan ciddi anlamda etkilenir duruma gelmiştir (Saykılı, 2017). Uygulanabilir restorasyon önerileri, ekonomik, sosyal ve kültürel faydalar sağlayarak korumanın sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır. Bu yaklaşım, bölgesel kalkınma,

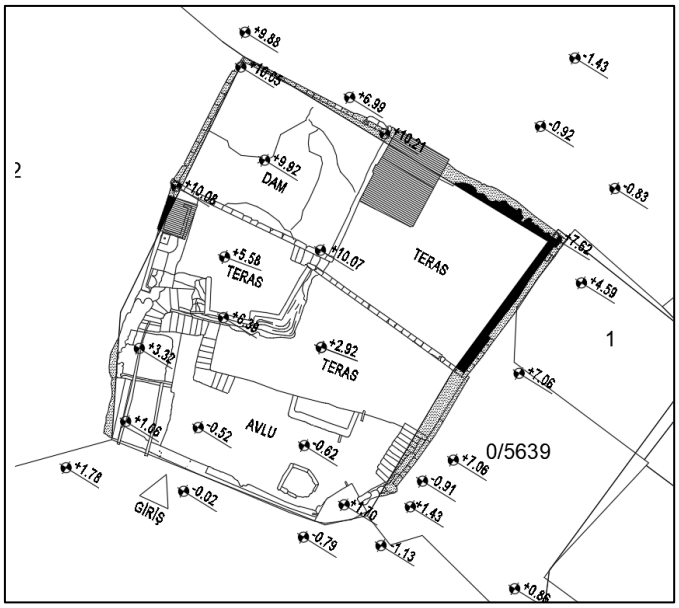
toplumsal farkındalık ve kültürel mirasın yaşatılması açısından da büyük bir öneme sahiptir. Sonuç olarak, kültürel mirası koruyarak geleceğe aktarmak hem tarihsel hem de toplumsal açıdan büyük bir sorumluluktur. Ortahisar'da bakımsız, yok olma riskindeki konutlardan biri olan Levent Vural Evi de kültür turizmi aracılığı ile yeniden işlevlendirilirse korunarak yaşatma sağlanabilecektir. Çalışma bölgedeki tek yapı ölçeğindeki koruma çalışmalarına örnek teşkil edebilir.

4. LEVENT VURAL EVİ

Ortahisar'da kullanım dışı Levent Vural geleneksel konutunun yapısal özellikleri, mevcut strüktürel yapısı araştırmaları, günümüz koruma anlayışı içinde müdahale biçimleri, kullanım ve işlevsel değerlendirilmelerin neler olabileceği değerlendirilerek yapının özelliklerine uygun işlevi belirleme çalışmaları devam etmektedir. Bu geleneksel konutun restorasyonu için bölgedeki turizm etkileri ve ihtiyaçları göz önünde bulundurarak öneriler geliştirmesi hedeflenmektedir. Ancak bu çalışmada korumanın ilk adımı olan yapının belgeleme çalışmalarına yer verilmiştir. Sonraki çalışmalarda bu kapsamda, tarihi ve kültürel değerlerin korunması ile turizm potansiyelinin artırılması arasındaki dengeyi kurarak, restorasyon sürecine yönelik stratejiler ve uygulama önerileri sunmak hedeflenmektedir.

4.1. Yapinin konumu ve tarihi

Levent Vural Evi, Ortahisar kasabası, Eski mahalle, Halit Efendi Sokakta, 29 pafta, 5640 parselde yer almaktadır (Şekil 2). Sokaktan avlu kapısı ile yapıya ulaşılmaktadır. Yapı farklı zamanlarda farklı mekanların eklenmesiyle katmanlı bir yapıya sahiptir (Şekil 3, Şekil 4). Levent Vural Evinin en alt kotunda yer alan kaya oyma mekan ile en üstteki mekanın aynı dönem yapılmadıkları okunmaktadır. Yapının tam olarak yapım tarihi bilinmektedir. Ancak bulunduğu mahalle eski ve karakteristik tarihi dokuya sahiptir. Korunması gerekli Ortahisar'ın tarihi geçmişine bakıldığında da kuruluş tarihi kesin olarak bilinmemektedir. 11. yy. başından itibaren Orta Asya'dan Anadolu'ya göçlerin başladığı sırada Özbek Türklerinden olan Hibe Dede, sekiz kardeşiyle Horosan'dan gelerek Ortahisar'a yerleşmişlerdir. Bu aile kasabanın ortasında bulunan kale ve etrafında hazır buldukları oyukları geliştirerek ve ilave yerler oyarak kendilerine dokuz ayrı mesken yapmışlardır. Şimdiki Ortahisar halkının büyük bir bölümünü bu dokuz aile oluşturmaktadır (Kaptan ve Koçak, 2000)



Şekil 2. Levent Vural Evi vaziyet planı rölöve çizimi



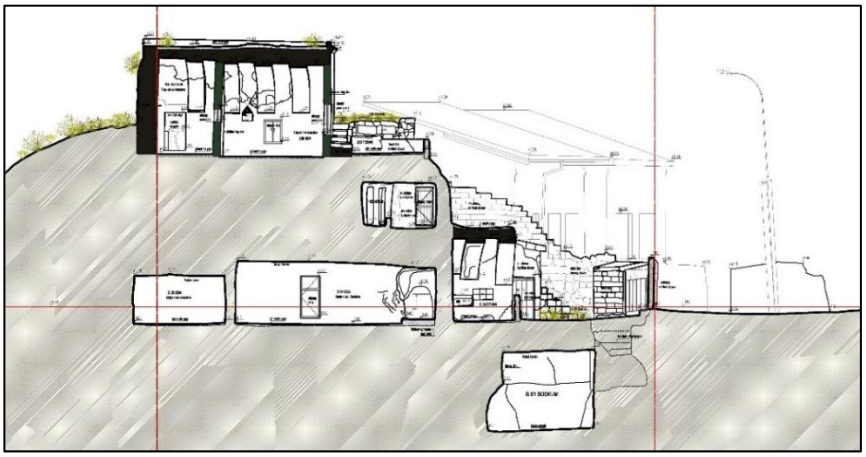
Şekil 3. Üstte Levent Vural Evi sokaktan görünümü, 2024, altta lazer tarama cephe görselleri

4.2. Levent Vural Evinin mimari özellikleri

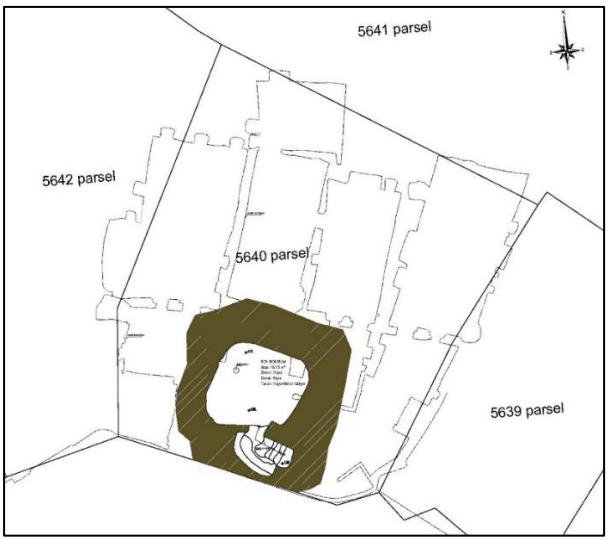
4.2.1. Plan Özellikleri

Ortahisar Ev tipolojisinde olup, altta kayadan oyma mekanlarla başlayan üstlerde taş yığma sisteminde devam eden yapıda geçimini tarım ve hayvancılıkla yapan kullanıcıların gereksinimleri karşılığında, ahır, işlik, dam, arılık gibi servis mekanları bulundurmaktadır. Üst

katlarda ise yaşama mekanları yer almaktadır. Yapı, karma tekniklerde ve farklı dönemlerde, içerisinde farklı kotların oluşturduğu dört seviyeden oluşmaktadır (Şekil 4). Ailenin sosyoekonomik durumu ve aile nüfusuna bağlı olarak üst seviyelere göre yıllar içerisinde mekanlar eklenerek günümüzdeki hali ortaya çıkmıştır. Yapının ilk seviyesinde (-4.60 kotu), bir adet kayadan oyma mekân bulunmaktadır (Şekil 5, Şekil 6). Bölgede kayadan oyma mekanlara kaya dam denmektedir. Bu kaya dam belirli dönemlerde kiler olarak kullanılmıştır (Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6). Mekâna ulaşım avludan merdiven ile sağlanmaktadır.



Şekil 4. Levent Vural Evinin dört seviyeden oluştuğunu gösteren kesiti



Şekil 5. Levent Vural Evi birinci seviye, -4.60 kotu planı



Şekil 6. Yapının bu kottaki mekanının görselleri, 2024

Yapını ikinci seviyesi (0.00 kotu) geleneksel Ortahisar Ev Tipolojisindeki yüksek duvarların çevirdiği bir avlu ve avlu etrafında oluşan mekanlardan oluşmaktadır (Şekil 7). Bu seviyedeki mekanlar; oda, ahır, şırahane, tandır evi ve tuvalettir (Şekil 8, Şekil 9). Oda ve ahırlar kaya oyma mekanların önüne taş malzemeden eyvanlar eklenerek oluşturulmuştur.



Şekil 7. Levent Vural Evi ikinci seviye 0.00 kotu planı

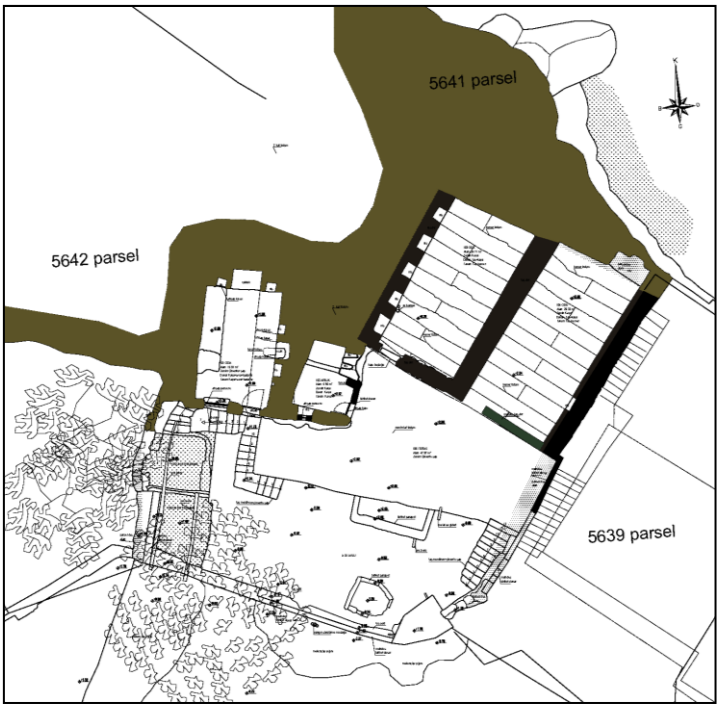


Şekil 8. 0.00 kotunda yer alan avlu ve ertafındaki oluşumlar, 2024



Şekil 9. 0.00 kotunda yer alan ahırın, odaların ve eyvanın iç mekan görselleri, 2024

Yapının üçüncü seviyesi, +3.50 kotu ise bir teras ve terası çevreleyen mekanlardan oluşmaktadır (Şekil 10, Şekil 11). Bu seviyede iki adet taş eyvan, kaya oyma bir adet oda ve arıların yetiştirildiği, bölgede arılık olarak isimlendirilen kayadan oyma mekân mevcuttur (Şekil 12).



Şekil 10. Levent Vural Evi üçüncü seviye +3.50 kotu planı

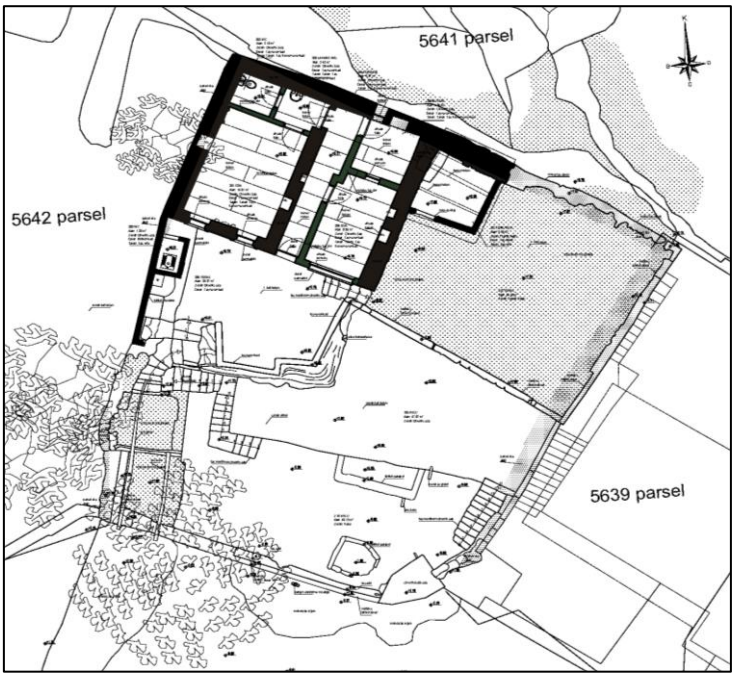


Şekil 11. Levent Vural Evi üçüncü seviye +3.50 kotunda yer alan teras ve arılık, 2024



Şekil 12. Levent Vural Evi üçüncü seviye +3.50 kotunda yer alan mekanlar sırasıyla; kayadan oyma oda, eyvan ve arılık, 2024

Yapının dördüncü seviyesinde, ise +7.00 kotunda ise iki adet teras ve taş malzemeden yığma teknikte inşa edilmiş bağımsız bir yapı ve tuvalet bulunmaktadır (Şekil 13, Şekil 14). Yapı içinde kotlar arası ulaşımı sağlamak için taş malzemeli merdivenler vardır. Kayadan oyma odalarda kaya malzemeden şömine, taş odalarda ise taş şömine mevcuttur. Yapıya yakın dönemlerde güncel kullanım gereksinimlerini karşılamak için mutfak, tuvalet ve banyo gibi muhdes eklemeler yapılmıştır.



Şekil 13. Levent Vural Evi dördüncü seviye, +7.00 kotu planı

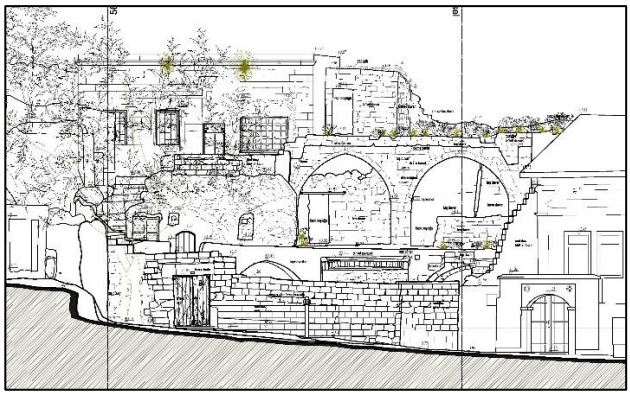


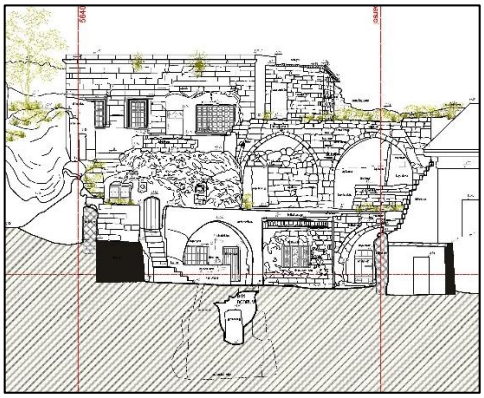
Şekil 14. Levent Vural Evi 4. Seviye, +7.00 kotu görselleri, 2024

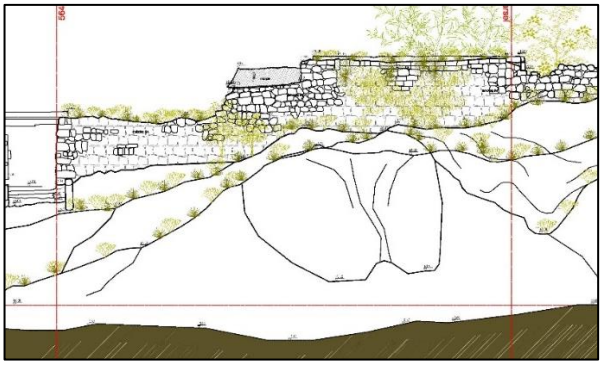
4.2.2. Cephe Özellikleri

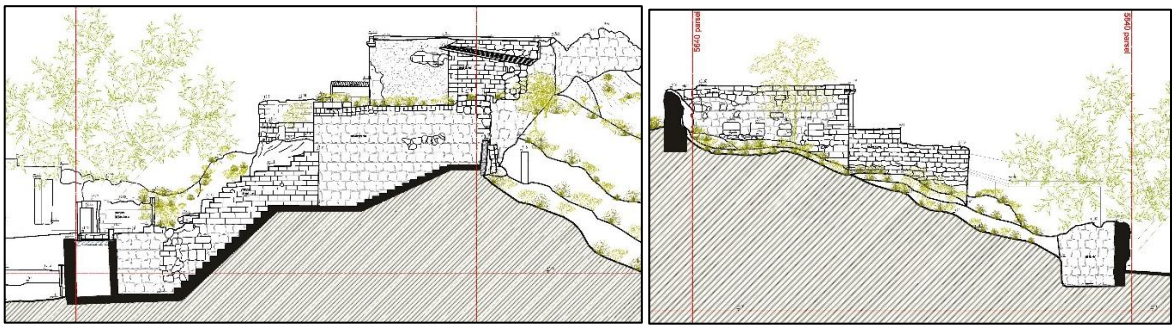
Ortahisar evlerinde genellikle avlu etrafında şekillenen plan tipolojileri görülür ve bu avlulara açılan cepheler, yapıların en işlevsel yüzünü oluşturur.

Evlerin ana cepheleri çoğunlukla güney ya da doğu yönüne bakar; bu yönlendirme, hem gün ışığından maksimum fayda sağlamak hem de kışın güneş ısısından yararlanmak amacıyla yapılır. Yapının kat adedi arttıkça cephe kompozisyonu da çeşitlenmektedir. Alt katlar genellikle servis ve depolama alanları (ahır, kiler, tandır evi), olarak kullanıldığı için az açıklık içerir. Bu mekanlar kayadan oyma oldukları için içe dönüklerdir. Üst katlar ise yaşam alanlarıdır ve daha fazla pencere açıklığına sahiptir. Levent Vural Evi'nin cepheleri de bölgenin karakteristik özelliklerini taşımaktadır (Şekil 15). Yapının en önemli cephesini sokak cephesi oluşturmaktadır. Cephelerde kesme taş malzeme kullanılmıştır. Kullanılan doğal tüf taşları, genellikle açık bej, krem ve gri tonlarındadır. Taşın doğal rengi, yapının genel estetiğini belirlemekte ve doğaya uyumlu cepheler elde edilmesini sağlamaktadır. Sivri kemerli eyvan oluşumları sokak cephesine ve avluya değer katmıştır (Şekil 15). Yapılarda sade biçimli taş saçak silmesi ile düz dam oluşturularak cephe nihayetlendirilmiştir. Cephedeki farklı boyutlardaki mimari elemanlar (pencere, kapı, kemer vb.) doğal çevreye uyumlu bütünlük oluşturmuştur.









Şekil 15. Levent Vural Evi sırasıyla; sokak cephesi, iç avlu güney cephe, kuzey (arka), doğu ve batı cepheleri rölöve çizimleri

4.2.3. Mimari elemanlar

Yapıda iç ve dış mekanda mimari elemanlar mevcuttur. Bu mimari elemanlar: farklı biçimlerdeki kapılar, pencereler, pencere korkulukları, merdivenler, oturma sekileri, nişler, lambalık/şerbetlik, dolaplar, yüklük, şömine ve şırahanedir (Şekil 16).



Şekil 16. Levent Vural Evi mimari elemanları, 2024

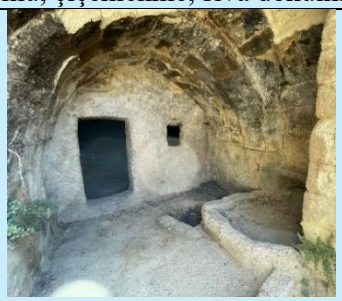
4.2.4. Malzeme ve Yapım Tekniği

Yapıda yapım tekniği olarak karma sistemler kullanılmıştır. Bazı bölümleri kayadan oyma olarak inşa edilirken, bazı bölümleri taş yığma sisteminde inşa edilmiştir. Yapının temel yapı malzemesi yumuşak tüf taşlarıdır. Bu taşlar, Kapadokya bölgesine özgü volkanik oluşumlardan elde edilmekte olup, ocaktan çıkarıldığında kolay işlenebilir, havayla temas ettikçe sertleşerek dayanıklı hale gelmektedir. Duvar kalınlıkları 50-100 cm arasında değişmektedir. Yapıda kullanılan taşlar arasında derz aralıkları ince tutulmuş ve taşların yüzeyleri kaba ya da düzgün kesim olarak bırakılmıştır. Taşıyıcı duvarların yanı sıra açıklığı geçmek amacıyla kemer sistemi kullanmıştır. Yapının eyvanlarında sivri kemerli tonoz örtü kullanılırken, yapının en üst seviyesindeki yapılar düz dam örtülüdür. En üst seviyedeki yığma yapının taş saçak silmesi yer almaktadır. Mekanların zemin döşemelerinde toprak, taş kullanılmıştır. Merdivenlerde, niş gibi mimari elemanlarda taş malzeme kullanılmıştır. Duvarlarda ise kireç sıvalar bulunmaktadır. Kapılarda, dolaplarda ahşap malzeme, pencere korkuluklarında metal malzeme kullanılmıştır.

4.2.5. Fiziksel Durum ve Bozulmalar

Yapıda insanların neden olduğu ve uzun süreli doğal nedenlere bağlı bozulmalar görülmektedir. İnsanların neden olduğu bozulmalar; ekleme, değiştirme, kaldırma ve yapının kullanımı sırasında oluşan bozulmalardır (Tablo 1). Yapının ikinci kat seviyesinde bulunan kaya odanın önündeki eyvanlarda tandır işlevi kullanımına bağlı duvar ve tavanlarında kalıplaşmış is ve kir tabakaları gözlemlenmiştir. Yine bu seviyedeki eyvanların önüne muhdes briket duvar örülerek ön yüzeyi kapatılmış ve içeri bağlı olduğu odanın mutfağı olarak kullanılmıştır. Yapının mekanlarında tesisat kalıntısı ve izleri nedeniyle yapıyı oluşturan malzeme zarar görmüştür. Yapının +7.00 kotunda tonoz örtülü mekanlarda özgün plan şeması bozularak kullanıcıların güncel konfor ihtiyaçlarına göre yeniden şekillendirilmiştir. Bu sebeple koridor, tuvalet ve mutfak nişi eklenmiştir. Uzun süreli doğal bozulmalar olarak ise yapıda taş kayıpları, taş çatlakları, derz aşınmaları, ahşap, metal bozulmaları, sıva dökülmesi, sıva çatlaması, kayalarda çatlak oluşumu, malzemelerde deformasyon, bitki oluşumları, yosun oluşumu, çiçeklenme ve örümceklenme olarak doğa etkisiyle oluşmuş bozulmalar gözlenmektedir (Tablo 1). Cephelerde taşlar çatlamış ve derzleri boşalmış, taş kayıpları oluşmuştur. En üst seviyedeki yapının saçak silmelerinde, eyvanların kemerlerinde, avlu duvarında taş kayıpları bulunmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Levent Vural Evi bozulma örnekleri

 Kaya oyma mekânda kaya tavanda çatlak oluşumu	 Kaya zeminde su nedeniyle oluşan bozulmalar	 Zeminde ve duvarlarda çatlak oluşumu
   Yoğun yosun oluşumu, çiçeklenme, sıva dökülmeleri		
 Tavanda örümceklenme ve islenme	 Ateş yakılması kaynaklı is ve kir tabakası oluşumu, kararma	 Cephede bitki oluşumu
 Cephede muhdes ekler ve taşlarda erime, derz boşalmaları, saçak silmelerinde taş kayıpları, üst örtüde yoğun bitki oluşumu	 Muhdes ekler	 Cephelerdeki taşlarda erime, malzeme kaybı, renk değişimi bozulmaları

6. SONUÇ

Kapadokya Bölgesi'nde bulunan Ortahisar Kasabası'ndaki Eski Mahalle tarihi, doğal ve kültürel değerleri ile korunması gerekli tarihi dokudur. Bu tarihi dokudaki geleneksel evlerden biri olan Ortahisar Levent Vural Evi bölgenin geleneksel konut mimarisini yansıtan, karakteristik özelliklere sahiptir, ancak günümüzde hem doğal hem de insan kaynaklı etkenlerle ciddi bozulmalara maruz kalmıştır. İşlevsiz kalması daha hızlı yıpranmasına sebep olmaktadır.

Yapının yeniden işlevlendirilmesi ve onarımı, sadece fiziksel koruma açısından değil, bölgenin sosyo-kültürel sürdürülebilirliği açısından da önemlidir. Bu noktada, Kapadokya'daki turizmin yapıcı rolü bu yapının işlevlendirilmesi için fırsat olabilir. Turizm, bölgeye ekonomik kaynak sağlayarak restorasyon çalışmalarını mümkün kılmakta; ayrıca kültürel mirasın tanıtımı ve yaşatılmasına katkı sunmaktadır. Doğru yönetildiğinde turizm hem yapıların korunmasına hem de yerel halkın bu sürece katılımına destek olmaktadır. Belgeleme çalışmaları yapılan yapının korunarak yaşatılması için kültür turizmini araç edinerek koruma ve onarım çalışmaları gerçekleştirilmeli ve yeniden işlevlendirilmelidir. Tek yapı ölçeğindeki bu çalışma mahallenin bütüncül koruma yaklaşımıyla korunması adına diğer yapıların belgeleme çalışmalarına katkı sağlayacak, Kapadokya'nın kültürel ve tarihi kimliğinin gelecek kuşaklara aktarılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Arınç, P. C. (2002). Selçuk'ta Kültür Turizmi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
2. Asatekin, N. G. (2004). Kültür ve Doğa Varlıklarımız Neyi, Niçin, Nasıl Korumalıyız? Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
3. Aydın, İ. (1990). Açıklamalı turizm Terimler sözlüğü. Aydın.
4. Balcı, D. (2022). Kültürel mirasın belgelenmesinde lazer tarayıcıların kullanılması. Türkiye Lidar Dergisi, 4(1), 27-36.
5. Çulha, O. (2008). Kültür Turizmi Kapsamında Destekleyici Turistik Ürün Olarak Deve Güreşi Üzerine Bir Alan Çalışması. Journal of Yaşar University, 1827-1852.
6. Doğaner, S. (2003). Miras Turizminin Coğrafi Kaynakları ve Korunması. Coğrafi Çevre Koruma Turizm Sempozyumu, 1-8, Ege Üniversitesi Edebiyat Fak. Yayınları, İzmir.
7. Doğaner, S. (2013). Türkiye kültür turizmi. Doğu Kitabevi.
8. Efe Yavaşcan, E. (2019). Çok Katmanlı Tarihi Kent Merkezlerinin Korunması İçin Yönetim Planı Modeli Araştırması: Niğde Tarihi Kent Merkezi Örneği, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
9. Emekli, G. (2006). Coğrafya, kültür ve turizm: kültürel turizm. Ege Coğrafya Dergisi. 51-59.
10. Erol, S. (2024). Turizm Faaliyetlerinin Çeşitlendirilmesi Bağlaminda Antalya'da Kültür Turizmi, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
11. Festivalleri Üzerine Bir Alan Çalışması. Journal of Yasar University, 1827-1852.
12. Heritage Sites. Tourism Management, 361-365.
13. Kaptan, A., Koçak, S. (2000). Doğa Tarih Kültür Hazinesi Ortahisar. Ürgüp Dergisi, 51, 13-35.
14. Richards, G. (1996). Cultural Tourism in Europe. Wallingford: CAB International.
15. Saarinen, J., Moswete, N., & Monare, M. (2014). Cultural Tourism: New Opportunities
16. Sağıroğlu, Ö. (2016). Korumada Turizmin "Kurtarıcı" Rolü Üzerine. İdeal Kent Araştırmaları Dergisi, 19, 550-588.
17. Saykılı, H. (2017). Ortahisar Geleneksel Konutlarinin İncelenmesi ve "Eski Mahalle" Koruma Önerisi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
18. Uca, Ö. S. (2010). Şehir Turizmi ve Kültür: Yabancı Turistlerin Kültürel Bir Destinasyon Olarak İstanbul'u Değerlendirmeleri Üzerine Bir Araştırma, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

19. Ulusoy, F. S. (2013). Nevşehir İli, Ortahisar Kasabası, Nizamoğlu İbrahim Paşa Konağı Restorasyon Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
20. Usta, N. (2012). İnanç Turizminden Kültür Turizmine: Midilli Adası'nın Agiasos Dağ Köyü
21. Örneği, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 163-168.
22. İnternet: https://www.kapadokyahaber.com.tr/haber, erişim tarihi: 15.03.2025

KOMPOZİT PLAKLARDA TABAKA KALINLIĞI DEĞİŞİMİNİN BURKULMA DAVRANIŞINA ETKİSİ

Fırat Can ÖNDER
[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir / Türkiye
ORCID: 0000-0003-0484-5812
Uğur ALBAYRAK
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi M.M.F. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir / Türkiye
ORCID: 0000-0001-7326-3213

ÖZET

Lif takviyeli tabakalı kompozit malzemeler, yüksek özgül dayanımları, düşük ağırlıkları ve korozyona karşı dirençleri sayesinde günümüzde havacılık, otomotiv, denizcilik ve inşaat gibi pek çok mühendislik alanında tercih edilmektedir. Bu yapısal elemanların tasarımında en önemli kriterlerden biri, çeşitli yükleme durumları altında meydana gelebilecek burkulma davranışının doğru bir şekilde öngörülmesidir. Bu çalışmada, (0/90/0) yerleşimine sahip üç tabakalı simetrik çapraz yerleşimli kare kompozit plakların düzlem içi burkulma davranışları sayısal olarak incelenmiştir. Toplam plak kalınlığı sabit tutularak, tabaka kalınlıkları farklılaştırılmış ve altı farklı model oluşturulmuştur. Çalışmada, plakların dört kenarı basit mesnetli kabul edilmiş ve hem tek eksenli hem de çift eksenli düzgün yayılı basma yükleri ayrı ayrı uygulanmıştır. Sayısal analizler, ANSYS yazılımı ile Python programlama dilinin birlikte çalıştığı PyMAPDL ortamında gerçekleştirilmiştir. Mesh yakınsama analizi ile uygun ağ yoğunluğu belirlenmiş, ardından literatürdeki güvenilir kaynaklarla doğrulama çalışmaları yapılarak modelin geçerliliği test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çift eksenli yükleme altında elde edilen kritik burkulma yükleri, tek eksenli yüklemeye göre daha düşük çıkmaktadır. Ayrıca, plakta orta tabakanın kalınlığı arttıkça burkulma dayanımının belirgin şekilde yükseldiği gözlemlenmiştir. Özellikle üst ve alt yüzey tabakaları ince, orta tabaka kalın olacak şekilde tasarlanan model, maksimum burkulma dayanımı sağlamış ve sandviç plak karakteristiği göstermiştir. Bu çalışma, tabaka kalınlık dağılımının burkulma performansı üzerindeki etkisini ortaya koyarak, farklı lif yönelimleri, malzeme özellikleri, sınır şartları ve yükleme türlerinin ileriki çalışmalarda araştırılmasına olanak sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tabakalı kompozit plak, burkulma, tabaka kalınlığı, sandviç plak, sonlu elemanlar yöntemi

[1] *Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, birinci yazara ait yayımlanmamış "Yüksek Lisans Tezi"nden üretilmiştir.*

EFFECT OF PLATE THICKNESS CONFIGURATION ON THE BUCKLING BEHAVIOR OF COMPOSITE PLATES

ABSTRACT

Fiber-reinforced laminated composites have become indispensable in modern engineering applications such as aerospace, automotive, marine, and civil infrastructure, owing to their exceptional strength-to-weight ratios, durability, and corrosion resistance. One of the critical considerations in designing structural elements made from such materials is the prediction of their buckling behavior under various loading conditions. This study numerically investigates the in-plane buckling performance of symmetric, three-layered laminated composite square plates with a (0/90/0) stacking sequence. While keeping the total plate thickness constant, the individual layer thicknesses were varied, resulting in six different configurations. All plate edges were modeled as simply supported. Uniformly distributed uniaxial and biaxial compressive loads were applied separately to each model. Finite element analyses were carried out using PyMAPDL, a hybrid computational environment that integrates ANSYS with Python scripting. A mesh convergence study was first performed to ensure numerical accuracy, followed by validation against established literature to confirm model reliability. The results indicate that critical buckling loads under biaxial compression are lower than those under uniaxial compression. Furthermore, as the thickness of the middle layer containing 90-degree fibers increased, the critical buckling load also increased significantly. The configuration with the thinnest top and bottom layers and the thickest core layer yielded the highest buckling strength, exhibiting characteristics similar to sandwich plates. This study not only demonstrates the significant impact of layer thickness distribution on buckling performance but also lays the groundwork for future research involving alternative fiber orientations, boundary conditions, loading types, and material systems.

Keywords: Laminated composite plate, buckling, layer thickness, sandwich plate, finite element method

[1] *This study is derived from the unpublished Master's thesis of the first author, submitted to the Graduate School of Natural and Applied Sciences at Eskişehir Osmangazi University.*

GİRİŞ

Tabakalı plaklar, hafiflik ve korozyona karşı direnç gibi avantajları sayesinde birçok alanda kullanılmaktadır. Burkulma dayanımı, tasarımda dikkate alınması gereken önemli parametrelerden biridir. Bu nedenle, tabakalı plaklar için düzlem içi kritik burkulma yükünün belirlenmesi önem arz etmektedir.

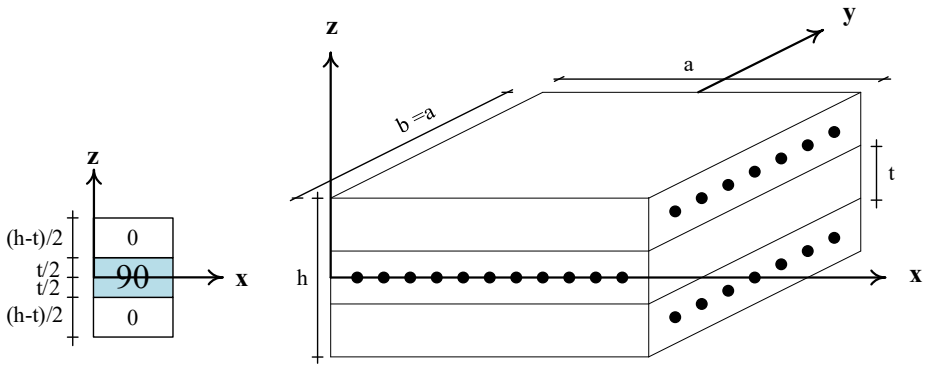
(0/90/0) tabaka yerleşimine sahip lif takviyeli tabakalı kompozit plaklar, simetrik çapraz yerleşimli tabakalı plak grubuna dahildir. Bu plakların literatürdeki yeri belirgindir ve konuya ilişkin çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Yük altında lif takviyeli kompozit plaklarda oluşan hasar mekanizmaları üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. (Shiau et al., 2010) çalışmasında, farklı sıcaklık dağılımları altında kompozit plakların burkulma davranışı analiz edilmiştir. Simetrik çapraz yerleşimli tabakalı plakların, eğilme, burkulma ve titreşim gibi farklı yükler altındaki davranışlarını ortaya koyan farklı çalışmalarda yapılmıştır. (Akavci, 2007; Çıraklı, 2023; Çıraklı et al., 2023; Sayyad et al., 2016; Sayyad & Ghugal, 2017; Wankhade & Niyogi, 2020)

Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak, toplam plak kalınlığı sabit tutulurken (0/90/0) tabakalı plaktaki tabaka kalınlıkları değiştirilerek plakların burkulma yükü altındaki davranışı araştırılmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan plakların dört kenarı da basit mesnetlidir.

KAPSAM ve YÖNTEM

Şekil 1'de gösterildiği üzere, üç tabakalı (0/90/0) yerleşimli tabakalı kompozit simetrik çapraz yerleşimli kare plak ele alınmıştır.



Şekil 1. Üç Tabakalı (0/90/0) Yerleşimli Tabakalı Kompozit Simetrik Çapraz Yerleşimli Kare Plak

Çalışmada, Kirchhoff–Love ince plak teorisinin kabulleri kullanılmıştır. Bu kabullere göre, plak orta yüzeyindeki düz ve dik doğrular, şekil değiştirmeden sonra da düz ve dik kalır. Ayrıca, şekil değiştirme sırasında plak kalınlığı değişmez, sabit kalır.

Bu teori dikkate alındığında, yer değiştirme alanları aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$u(x,y,z)=u_0(x,y)-z\frac{\partial w}{\partial x}$$
$$v(x,y,z)=v_0(x,y)-z\frac{\partial w}{\partial y}$$
$$w(x,y,z)=w(x,y) \tag{1}$$

Yöneten burkulma denklemlerinin elde edilebilmesi için kuvvet ve moment dengesi dikkate alınmalıdır. Kuvvetlere göre denge denklemleri aşağıdaki gibidir:

$$\frac{\partial N_x}{\partial x}+\frac{\partial N_{xy}}{\partial y}=0$$
$$\frac{\partial N_y}{\partial y}+\frac{\partial N_{xy}}{\partial x}=0 \tag{2}$$

Moment dengesi ise aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\left(N_x\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}+2N_{xy}\frac{\partial^2 w}{\partial x\partial y}+N_y\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)+\left(\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2}+2\frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x\partial y}+\frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2}\right)=0 \tag{3}$$

Üç tabakalı plak için kuvvetler ve momentler gerilmeler cinsinden aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\begin{Bmatrix}N_x\\N_y\\N_{xy}\end{Bmatrix}=\int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}}\begin{Bmatrix}\sigma_x\\\sigma_y\\\tau_{xy}\end{Bmatrix}_k dz=\sum_{k=1}^{3}\int_{zk=1}^{zk}\begin{Bmatrix}\sigma_x\\\sigma_y\\\tau_{xy}\end{Bmatrix}_k dz \quad , \quad \begin{Bmatrix}M_x\\M_y\\M_{xy}\end{Bmatrix}=\int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}}\begin{Bmatrix}\sigma_x\\\sigma_y\\\tau_{xy}\end{Bmatrix}_k zdz=\sum_{k=1}^{3}\int_{zk=1}^{zk}\begin{Bmatrix}\sigma_x\\\sigma_y\\\tau_{xy}\end{Bmatrix}_k zdz$$

$$\begin{Bmatrix}N_x\\N_y\\N_{xy}\end{Bmatrix}=\begin{bmatrix}A_{11}&A_{12}&A_{16}\\A_{12}&A_{22}&A_{26}\\A_{16}&A_{26}&A_{66}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\varepsilon_x^0\\\varepsilon_y^0\\\gamma_{xy}^0\end{Bmatrix}+\begin{bmatrix}B_{11}&B_{12}&B_{16}\\B_{12}&B_{22}&B_{26}\\B_{16}&B_{26}&B_{66}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\kappa_x\\\kappa_y\\\kappa_{xy}\end{Bmatrix}$$
$$\begin{Bmatrix}M_x\\M_y\\M_{xy}\end{Bmatrix}=\begin{bmatrix}B_{11}&B_{12}&B_{16}\\B_{12}&B_{22}&B_{26}\\B_{16}&B_{26}&B_{66}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\varepsilon_x^0\\\varepsilon_y^0\\\gamma_{xy}^0\end{Bmatrix}+\begin{bmatrix}D_{11}&D_{12}&D_{16}\\D_{12}&D_{22}&D_{26}\\D_{16}&D_{26}&D_{66}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\kappa_x\\\kappa_y\\\kappa_{xy}\end{Bmatrix} \tag{4}$$

Bu denklemlerde geçen A, B ve D rijitlikleri aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$A_{ij}=\sum_{k=1}^{3}\left(\bar{Q}_{ij}\right)_k\left(z_k-z_{k-1}\right)\quad,\quad B_{ij}=\frac{1}{2}\sum_{k=1}^{3}\left(\bar{Q}_{ij}\right)_k\left(z_k^2-z_{k-1}^2\right)\quad,\quad D_{ij}=\frac{1}{3}\sum_{k=1}^{3}\left(\bar{Q}_{ij}\right)_k\left(z_k^3-z_{k-1}^3\right) \tag{5}$$

Genel bir tabakalı plak için yazılan bu ifadeler, üç tabakalı (0/90/0) simetrik çapraz yerleşimli tabakalı plak için özelleştirildiğinde, yöneten denklemler aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\left(-A_{11}\frac{\partial^2 u_0}{\partial x^2}-\left(A_{12}+A_{66}\right)\frac{\partial^2 v_0}{\partial x\partial y}-A_{66}\frac{\partial^2 u_0}{\partial y^2}\right)+\left(B_{11}\frac{\partial^3 w}{\partial x^3}+\left(B_{12}+2B_{66}\right)\frac{\partial^3 w}{\partial x\partial y^2}\right)=0 \tag{6a}$$

$$\left(-A_{22}\frac{\partial^2 v_0}{\partial y^2}-\left(A_{12}+A_{66}\right)\frac{\partial^2 u_0}{\partial x\partial y}-A_{66}\frac{\partial^2 v_0}{\partial x^2}\right)+\left(B_{22}\frac{\partial^3 w}{\partial y^3}+\left(B_{12}+2B_{66}\right)\frac{\partial^3 w}{\partial x^2\partial y}\right)=0 \tag{6b}$$

$$\begin{aligned}&\left(-B_{11}\frac{\partial^3 u_0}{\partial x^3}-\left(B_{12}+2B_{66}\right)\left(\frac{\partial^3 u_0}{\partial x\partial y^2}+\frac{\partial^3 v_0}{\partial y\partial x^2}\right)-B_{22}\frac{\partial^3 v_0}{\partial y^3}\right)\\&+\left(D_{11}\frac{\partial^4 w}{\partial x^4}+2\left(D_{12}+2D_{66}\right)\frac{\partial^4 w}{\partial x^2\partial y^2}+D_{22}\frac{\partial^4 w}{\partial y^4}\right)\\&=-N_x\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}-N_y\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\end{aligned} \tag{6c}$$

Problemin çözülmesi için bu üç denklemin eşzamanlı olarak çözülmesi ve sonuçların elde edilmesi gerekmektedir. Bu ifadelerdeki N teriminin en küçük değeri, kritik burkulma yükünü tanımlar.

Bu çalışmada, kritik burkulma yüklerinin sayısal olarak hesaplanmasında ANSYS sonlu elemanlar programı kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA ve BULGULAR

ANSYS kullanılarak sayısal örnekler çözülmeden önce, çözümün doğruluğu için bir ağ (mesh) yakınsama çalışması yapılmıştır. Bu yakınsama çalışmasının sonucunda, bölge sınır çizgileri boyunca eleman bölünme sayısı 20 olarak seçilmiştir.

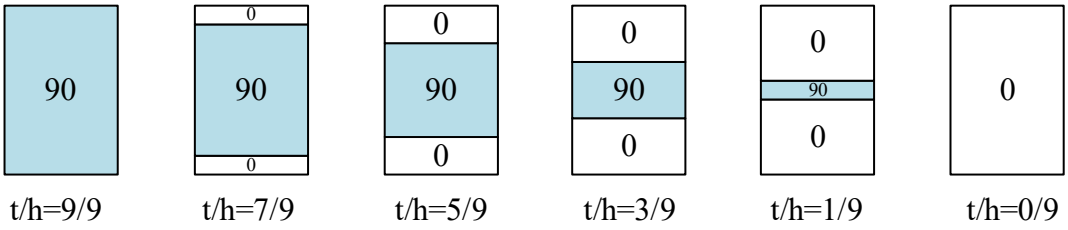
Yakınsama çalışmasının ardından bir doğrulama çalışması gerçekleştirilmiştir. Üç tabakalı simetrik (0/90/0) çapraz yerleşimli tabakalı plaka için kritik burkulma yükünün doğrulanmasında literatürdeki sonuçlar (Kirchhoff, 1850; Mindlin, 2021; Noor, 1975; Reddy, 1984a; Sayyad et al., 2016a; Sayyad & Ghugal, 2014a) referans olarak kullanılmıştır. Tablo 1'de görüldüğü gibi ortaya çıkan sonuçlar, literatürde ki sonuçlarla uyum içerisindedir.

Tablo 1. (0/90/0) Tabaka Yerleşimi için Ncr Kritik Burkulma Yüklerinin Literatür Sonuçlarıyla Doğrulaması

Load	Source	E1/E2		
		20	30	40
Uniaxial	SFVPT (Sayyad et al, 2016)	15.215 (-2.41)	20.428 (-8.03)	24.977 (-12.03)
	SSNDT (Sayyad & Ghugal, 2014)	15.003 (-1.03)	19.002 (-1.12)	22.330 (-1.60)
	HSDT (Reddy, 1984)	15.300 (-2.95)	19.675 (-4.51)	23.339 (-5.86)
	FSDT (Mindlin, 2021)	14.985 (-0.91)	19.027 (-1.25)	22.315 (-1.54)
	CPT (Kirchhoff, 1850)	19.712 (-24.68)	27.936 (-32.75)	36.160 (-39.24)
	Exact (Noor, 1975)	15.019 (-1.14)	19.304 (-2.67)	22.880 (-3.97)
	Present	**14.848**	**18.788**	**21.972**
Biaxial	SFVPT (Sayyad et al, 2016)	7.608 (-2.92)	10.214 (-15.99)	12.488 (-23.23)
	SSNDT (Sayyad & Ghugal, 2014)	7.501 (-1.55)	9.501 (-9.68)	11.165 (-14.13)
	HSDT (Reddy, 1984)	7.650 (-3.46)	9.838 (-12.77)	11.669 (-17.84)
	FSDT (Mindlin, 2021)	7.493 (-1.43)	9.514 (-9.80)	11.157 (-14.07)
	CPT (Kirchhoff, 1850)	9.856 (-25.07)	13.968 (-38.57)	18.080 (-46.97)
	Exact (Noor, 1975)	7.510 (-1.66)	9.652 (-11.10)	11.440 (-16.20)
	Present	**7.385**	**8.581**	**9.587**

Parantez içinde verilen değerler, referans sonuçlar ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar arasındaki fark yüzdesini ifade etmektedir.

Üç tabakalı çapraz yerleşimli kare plakların burkulma analizleri, farklı tabaka kalınlıkları için gerçekleştirilmiştir. Plağın dört kenarı basit mesnetlidir. Kare plağın bir kenar uzunluğu 1 metre olarak alınmıştır. İnce plak teorisi kabulleri nedeniyle toplam plak kalınlığı 100 mm olarak seçilmiştir. Toplam plak kalınlığı sabit kalacak şekilde, üç tabakanın kalınlıkları değiştirilerek 6 farklı model oluşturulmuştur (Şekil 2). Tabaka kalınlıkları değiştirilirken, üst ve alt tabakaların kalınlıkları birbirine eşit tutulmuştur (Şekil 1).



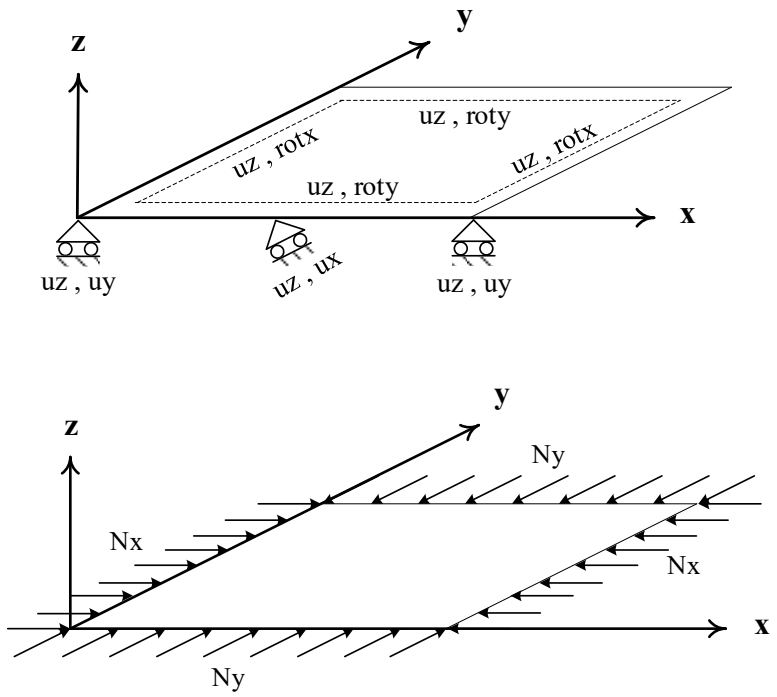
Şekil 2. Farklı t/h Oranları için Üç Tabakalı (0/90/0) Plağın X-Z Düzleminde Kesiti

Bu tür plaklar, tabaka sayısı açısından sandviç plaklara benzer özellikler göstermektedir. Plağın üst ve altındaki tabakalar inceldikçe, sandviç plakların yüzey tabakaları gibi davranmaya başlarlar. Örnek problemlere ait malzeme özellikleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Malzeme Özellikleri.

Property	Value
Density	1.00
E1	40.00
E2	1.00
E3	1.00
G12	0.60
G13	0.60
G23	0.50
ν12	0.25
ν13	0.25
ν23	0.25

Tek eksenli yüklemelerde, plak düzlemindeki düzgün yayılı yükler x kenarlarına paralel olarak etki eder. Çift eksenli yüklemelerde ise, düzlemdeki düzgün yayılı yükler plağın tüm dört kenarına etki eder. Plağın yükleme ve sınır şartları Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Plağın Basit Mesnetli Sınır Şartları ve Düzlem İçi Yüklemeleri

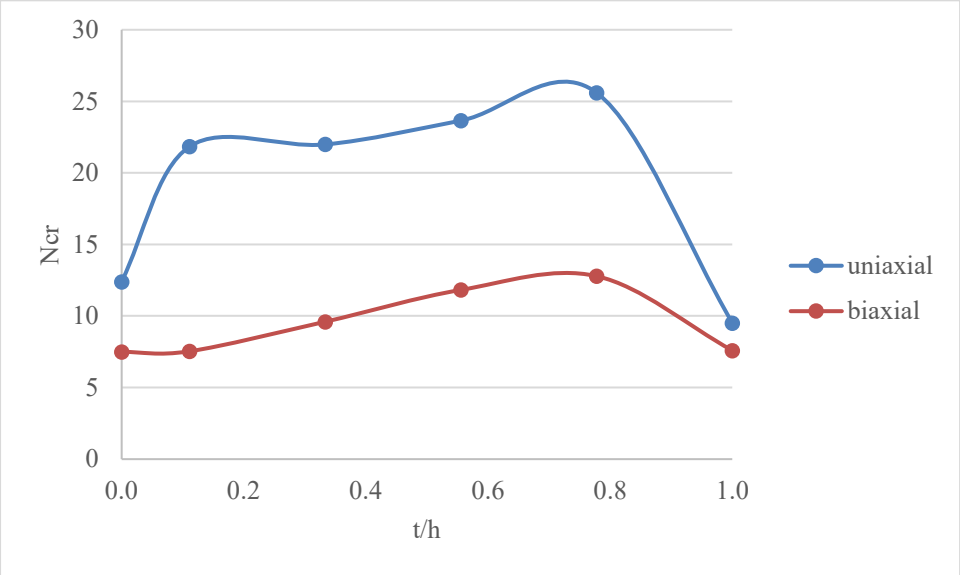
Üç tabakalı kompozit kare plakların burkulma analizleri, ANSYS ve Python programlarının birlikte kullanıldığı PyMapdl ortamında gerçekleştirilmiştir. Sıralı döngüler kurularak oluşturulan kodlar yardımıyla tek eksenli ve çift eksenli burkulma yükleri uygulanarak kritik burkulma yükü sonuçları elde edilmiştir.

Basit mesnetli, üç tabakalı (0/90/0) yerleşimli tabakalı kompozit kare plaklar için farklı t/h oranlarında, tek eksenli ve çift eksenli basma yükleri altında elde edilen kritik burkulma yükü (Ncr) değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'te verilen sonuçlar grafikleştirilmiş olup, kritik burkulma yüklerinin t/h oranına göre değişimi Şekil 4'te gösterilmiştir. Şekil 4'ten gözlemlendiği üzere, çift eksenli yükleme durumunda elde edilen kritik burkulma yükü değerleri, tek eksenli yükleme durumundakilere göre daha düşüktür. Tabakalı plağın orta tabakasında yer alan 90 derece lifi içeren çekirdek tabakanın kalınlığı arttıkça, kritik burkulma yükü değeri de artış göstermektedir. Özellikle t/h oranının 0 ve 1 olduğu durumlarda, hesaplanan kritik burkulma yükleri — özellikle çift eksenli yükleme için — yaklaşık olarak aynı kabul edilebilir.

Tablo 3. Farklı t/h Oranları için Basit Mesnetli, Üç Tabakalı (0/90/0) Yerleşimli Tabakalı Kompozit Kare Plakların Tek Eksenli ve Çift Eksenli Basma Altında Kritik Burkulma Yükleri (N_{cr}).

t/h	N_{cr}	
	Uniaxial	Biaxial
0/9	11.278	7.482
1/9	21.823	7.521
3/9	21.967	9.585
5/9	23.621	11.811
7/9	25.522	12.761
9/9	9.349	7.482

Hem tek hem de çift eksenli yükleme durumu için de maksimum kritik burkulma yükü, çekirdek tabakası en kalın olan ve t/h oranı 7/9 olan modelde elde edilmiştir. Bu model, üst ve alt yüzeylerde iki yüzey tabakası ile ortada bir çekirdek tabakanın bulunduğu bir sandviç plak olarak da değerlendirilebilir.



Şekil 4. Tek Eksenli ve Çift Eksenli Yükleme Altında Tabakalı Kompozit (0/90/0) Plağın t/h Oranına Göre Kritik Burkulma Yükleri

SONUÇ

Bu çalışmada, toplam kalınlık sabit tutulmak koşuluyla, tabaka kalınlıkları değiştirilerek (0/90/0) lif yönelimine sahip üç tabakalı lif takviyeli tabakalı kompozit kare plakların burkulma davranışı incelenmiştir. Plaklara, düzlem içinde düzgün yayılı tek eksenli ve çift eksenli yükler ayrı ayrı uygulanmıştır. Tüm kenarları basit mesnetli olacak şekilde modellenmiştir. Her iki yükleme durumu için de, maksimum kritik burkulma yüküne sahip model, orta tabakası en kalın olan ve sandviç plak karakteristiği gösteren model olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, sınır

şartları, lif yönelimi, tabaka kalınlıkları ve yükleme türü gibi farklı parametrelerin incelenmesine yönelik olarak da geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

Akavci, S. S. (2007). Buckling and free vibration analysis of symmetric and antisymmetric laminated composite plates on an elastic foundation. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 26(18), 1907–1919. https://doi.org/10.1177/0731684407081766

Çıraklı, D. (2023). Investigation of Bending and Buckling Behavıors of Foam Core Sandwich Plates [Master Thesis]. Kütahya Dumlupınar University.

Çıraklı, D., Saraçoğlu, M. H., & Albayrak, U. (2023). The effect of layer thicknesses on buckling behavior in foam core sandwich plates with various materials. Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi. https://doi.org/10.55974/utbd.1373786

Ghomshei, M. M. M., & Mahmoudi, A. (2010). Thermal buckling analysis of cross-ply laminated rectangular plates under nonuniform temperature distribution: A differential quadrature approach. Journal of Mechanical Science and Technology, 24(12), 2519–2527. https://doi.org/10.1007/S12206-010-0918-Y/METRICS

Kirchhoff, G. (1850). Über das Gleichgewicht und die Bewegung einer elastischen Scheibe. J. Für Die Reine Und Angewandte Mathematik (Crelle's Journal), 1850(40), 51–88. https://doi.org/doi:10.1515/crll.1850.40.51

Mindlin, R. D. (2021). Influence of Rotatory Inertia and Shear on Flexural Motions of Isotropic, Elastic Plates. Journal of Applied Mechanics, 18(1), 31–38. https://doi.org/10.1115/1.4010217

Noor, A. K. (n.d.). STABILITY OF MULTILAYERED COMPOSITE PLATES.

Noor, A. K. (1975). Stability of Multilayered Composite Plates. Fibre Science and Technology, 8(2).

Reddy, J. N. (1984a). A Simple Higher-Order Theory for Laminated Composite Plates. Journal of Applied Mechanics, 51(4), 745–752. https://doi.org/10.1115/1.3167719

Reddy, J. N. (1984b). A Simple Higher-Order Theory for Laminated Composite Plates. http://www.asme.org/about-asme/terms-of-use

Sayyad, A. S., & Ghugal, Y. M. (2014a). On the Buckling of Isotropic, Transversely Isotropic and Laminated Composite Rectangular Plates. International Journal of Structural Stability and Dynamics, 14(07), 1450020. https://doi.org/10.1142/S0219455414500205

Sayyad, A. S., & Ghugal, Y. M. (2014b). On the Buckling of Isotropic, Transversely Isotropic and Laminated Composite Rectangular Plates. International Journal of Structural Stability and Dynamics, 14(07), 1450020. https://doi.org/10.1142/S0219455414500205

Sayyad, A. S., Shinde, B. M., & Ghugal, Y. M. (2016a). Bending, vibration and buckling of laminated composite plates using a simple four variable plate theory. Latin American Journal of Solids and Structures, 13(3), 516–535. https://doi.org/10.1590/1679-78252241

Sayyad, A. S., Shinde, B. M., & Ghugal, Y. M. (2016b). Bending, vibration and buckling of laminated composite plates using a simple four variable plate theory. Latin American Journal of Solids and Structures, 13(3), 516–535. https://doi.org/10.1590/1679-78252241

Shiau, L. C., Kuo, S. Y., & Chen, C. Y. (2010). Thermal buckling behavior of composite laminated plates. Composite Structures, 92(2), 508–514. https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2009.08.035

Wankhade, R. L., & Niyogi, S. B. (2020). Buckling analysis of symmetric laminated composite plates for various thickness ratios and modes. Innovative Infrastructure Solutions, 5(3). https://doi.org/10.1007/s41062-020-00317-8

KAMUDA İNŞAAT SÜREÇLERİNDE ENTEGRE UYGULAMALAR VE ERKEN KATILIMIN DEĞERLENDİRMESİ

Gökçen Tuba ERİN
Gazi University, Institute of Science, Department of Architecture, 06570, Çankaya, ANKARA
ORCID: 0000-0002-0024-6954
Zeynep Yeşim İLERİSOY
Gazi University, Institute of Science, Department of Architecture, 06570, Çankaya, ANKARA
ORCID: 0000-0003-1903-9119

Özet

Proje teslimat sürecinin tamamında farklı paydaşların beceri, bilgi ve uzmanlıklarını bir araya getirerek daha etkin, şeffaf ve verimli bir yönetim süreci sunan entegre uygulamalar, inşaat sektöründe giderek daha fazla önem kazanan, iş birliğine dayalı ve çok disiplinli yaklaşımlardır. Geleneksel yöntemlerle yürütülen projelerde sıkça karşılaşılan gecikme, maliyet artışı ve düşük işçilik kalitesi gibi sorunlara çözüm olarak önerilen bu yaklaşımın, özellikle ülke yönetimleri tarafından benimsenmesi, sektörün verimliliğinin artırılmasına önemli katkılar sağlayabilir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de kamu inşaat projelerinde entegre uygulamaların uygulanabilirliğini incelemek ve paydaşların – özellikle müteahhitlerin – erken katılımının sağlayabileceği katkıları değerlendirmektir. Entegre uygulama kavramının ülkemizde yaygınlaşabilmesi için hem faydalarının ortaya konulması hem de mevcut kamu süreçlerine nasıl adapte edilebileceğinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, nitel araştırma yöntemlerinden iz sürme tekniği kullanılarak mevcut durum analiz edilmiş; çalışmanın temelinde literatür taraması ve yarı yapılandırılmış mülakatlara yer verilmiştir.

Elde edilen bulgular, yapay zekâ destekli analizler ile yetkin müteahhit görüşleri karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Sürecin iyileştirilmesine yönelik öneriler bu veriler ışığında şekillendirilerek Endüstri 4.0'ın hangi teknolojilerle sürece entegre edilebileceği açıklanmıştır. Sonuç olarak, kamu inşaat projelerinde daha verimli ve yenilikçi süreçlerin benimsenebilmesi için yasal düzenlemeler ve eğitim programları gibi politika önerileri geliştirilmiştir. Çalışma, kamu sektöründe iş birliğine dayalı yeni nesil yönetim modellerine geçişe katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Kamuda İnşaat, Entegre Uygulamalar, Endüstri 4.0

ASSESSING INTEGRATED PRACTICES AND EARLY STAKEHOLDER INVOLVEMENT IN PUBLIC CONSTRUCTION PROJECTS

Abstract

Integrated practices, which bring together the skills, knowledge, and expertise of various stakeholders throughout the entire project delivery process, offer a more efficient, transparent, and collaborative management model. As a multidisciplinary and cooperation-based approach,

these practices are gaining increasing importance in the construction sector. Proposed as a solution to common problems observed in traditionally managed projects—such as delays, cost overruns, and poor workmanship—integrated practices, if adopted particularly by public authorities, have the potential to significantly enhance sectoral productivity.

The aim of this study is to examine the applicability of integrated practices in public construction projects in Turkey and to assess the contributions of early stakeholder involvement—particularly that of contractors. For the widespread adoption of integrated practices in the national context, it is necessary to both highlight their benefits and determine how they can be adapted to existing public project delivery processes. In line with this objective, the study employs qualitative research methods, particularly process tracing, supported by a literature review and semi-structured interviews.

The findings are evaluated through a comparison of AI-supported analysis and insights from experienced contractors. Based on these results, improvement suggestions were developed, and the potential integration of Industry 4.0 technologies into the process was explored.

Ultimately, the study proposes policy recommendations such as legal regulations and training programs to foster the adoption of more efficient and innovative practices in public construction projects. This research aims to contribute to the transition toward new-generation, collaboration-oriented management models in the public sector.

Keywords: Public Construction, Integrated Practices, Industry 4.0

1. GİRİŞ

İnşaat sektöründeki büyüme, yaşam kalitesinin artırılması, ekonomik refahın sağlanması ve sürdürülebilir kalkınma için önemlidir. Ancak, bu öneme rağmen sektör, proje gecikmeleri, maliyet aşımları, düşük kaliteli işçilik ve çevresel zararlara bağlı olarak düşük verimlilikle karşı karşıyadır (Azari & Kim, 2016; Owen et al., 2010). İnşaat sektörü, sürekli bilgi üreten, çok disiplinli ve karmaşık organizasyon yapısına sahip bir alan olduğundan, sektörde yoğun bilgi akışı söz konusu olup bilgi paylaşımında çeşitli güçlükler yaşanmaktadır. Ayrıca projelerin geçici yapısı nedeniyle, edinilen değerli bilgiler çoğu zaman bireylerde kalmakta ve kurumsallaşmadan zamanla kaybolabilmektedir (Akbay et al., 2023). Doğrudan iş akışları, genellikle ekip üyelerinin sıkça tekrarlayan görevler yapmalarına ve çatışan çıkar alanlarıyla karşılaşmalarına yol açmaktadır. Parçalanmış bina inşaat süreçlerinden kaynaklanan bu olumsuzluklar, yenilikçi entegrasyon yaklaşımlarının ve ileri teknolojik araçların tanıtılmasına yol açmıştır. Bunlardan biri de inşaat sektöründe entegre uygulamalardır.

Türkiye'de kamu yatırımları içinde önemli bir paya sahip olan kamu inşaat projeleri, büyük ölçekleri ve çok paydaşlı yapılarıyla sektörde hem ekonomik hem de toplumsal etkileri olan önemli projelerdir. Ancak bu projelerde, kamu kurumları, yükleniciler, tasarımcılar ve denetçiler arasında yaşanan iletişim eksiklikleri, çıkar çatışmaları ve süreç içi kopukluklar verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Söz konusu sorunların temelinde, projelere bütüncül bir yaklaşımla değil, parçalı ve sıralı bir bakış açısıyla yaklaşılması yatmaktadır. Bu durum, yalnızca zaman ve maliyet açısından değil, aynı zamanda kalite, sürdürülebilirlik ve kullanıcı memnuniyeti gibi yönlerden de olumsuz sonuçlara yol açmaktadır.

Kamu projelerinde en kritik paydaşlardan biri olan müteahhitlerin proje süreçlerine erken aşamalarda dahil edilmesi, yukarıda belirtilen sorunların çözümüne katkı sağlayabilecek stratejik bir adımdır. Müteahhitlerin sahadaki uygulama bilgisi ve deneyimi, tasarım kararlarının daha uygulanabilir hale getirilmesini mümkün kılmakta ve proje çıktılarının iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır. Entegre Uygulamalar (Integrated Practices), tüm paydaşların sürecin başından itibaren birlikte çalışmasını sağlayarak, şeffaflığı, iş birliğini ve verimliliği artırmayı amaçlayan çok disiplinli bir yaklaşımdır. Bu bağlamda, müteahhitlerin entegrasyonu, özellikle kamu projelerinde sürdürülebilir başarı için kilit rol oynamaktadır.

Bununla birlikte Endüstri 4.0 ve bunun uzantısı olan inşaat 4.0 ideallerini benimseyen inşaat sektörü, proje yasam döngüsü boyunca ve tüm paydaşlar için yüksek düzeyde entegrasyonu sağlamak amacıyla teknolojik araçların benimsenmesini içermektedir. Bu bağlamda, bina bilgi modelleme (BIM), dijitalleşme, otomasyon, simülasyon, robotik, yapay zeka, makine öğrenimi, derin ögrenme, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, dijital ikizler, nesnelerin interneti, blockchain ve modelleme gibi yenilikçi teknolojik teknikler, inşaat yönetimi araştırmalarında popüler hale gelmiştir. Bu araçlar, proje tasarımı, inşaat ve teslimat süreçlerinde entegre uygulamaları gerçekleştirmenin olanak sağlayan teknolojileri haline gelmiştir (Ikudayisi et al., 2023). Çalışmada Endüstri 4.0'ın hangi teknolojileriyle sektördeki sorunlara çözüm bulunabileceği konusuna değinilmiştir.

Bu araştırma, Türkiye'de kamu inşaat süreçlerinde yaşanan verimlilik problemlerine entegre uygulamalar yoluyla çözüm aramakta; özellikle müteahhitlerin erken katılımının sağlayabileceği katkıları ortaya koymayı amaçlamaktadır. Alan yazın incelendiğinde, entegre uygulamaların özel sektör projelerinde başarıyla kullanıldığı görülse de, kamu projelerine adaptasyonu ve ülkemizdeki uygulanabilirliği üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu eksiklik, çalışmanın çıkış noktasını oluşturmuştur. Bu bağlamda araştırma, hem teorik hem de uygulamaya dönük katkılar sağlamayı hedeflemekte; kamu projelerinde

daha iş birliğine dayalı, etkin ve yenilikçi bir yapı oluşturulmasına destek olmayı amaçlamaktadır.

İnşaat sektörü, ekonomik ve toplumsal gelişme açısından kritik bir rol oynamasına rağmen, proje gecikmeleri, maliyet aşımları ve düşük verimlilik gibi yapısal sorunlarla karşı karşıyadır. Özellikle kamu projelerinde çok paydaşlı yapıların getirdiği iletişim ve koordinasyon eksiklikleri, proje başarısını olumsuz etkilemektedir. Geleneksel yöntemler bu sorunlara yeterli çözüm sunamazken, entegre uygulamalar paydaşlar arasında iş birliğini artırarak daha etkin bir süreç yönetimi vaat etmektedir. Ancak bu uygulamaların Türkiye'deki kamu projelerine entegrasyonu üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Ayrıca, Endüstri 4.0 teknolojilerinin bu süreçlerde nasıl kullanılabileceği de yeterince incelenmemiştir. Bu nedenle, entegre uygulamaların kamu projelerinde uygulanabilirliğini araştırmak amacıyla bu çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur.

2. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE ENTEGRE UYGULAMALAR VE LİTERATÜR DEĞERLENDİRMESİ

İnşaat sektöründe entegre uygulamalar (Integrated Practices – IPs), iki veya daha fazla paydaşın becerilerini, uzmanlıklarını, bilgilerini ve deneyimlerini bir araya getirerek, ortak amaçlar doğrultusunda en iyi çözümleri üretmeyi hedefleyen iş birliğine dayalı süreçler olarak tanımlanır (Khalfan et al., 2007). Bu uygulamalar, proje teslimatının tüm yaşam döngüsü boyunca bina projelerinin paydaşlarını, süreçlerini, teknolojiyi, bilgiyi ve sözleşme türlerini bir araya getirerek bütüncül bir yönetim anlayışı sunar. Entegre uygulamalar, özellikle projelerde karşılaşılan zaman kaybı, maliyet artışı, düşük kalite ve iletişim sorunlarını azaltmak için sektörde giderek daha fazla benimsenmektedir.

Bu yaklaşımlar genel olarak üç ana başlıkta toplanmaktadır. Bunlar; Entegre Tasarım Süreci, Modüler Entegre İnşaat ve Entegre İnşaat Teslimi şeklindedir.

Başlıklar altında ele alınan bu uygulamalara ilişkin literatür incelendiğinde ise özellikle IPD üzerine birçok ampirik ve kavramsal çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Örneğin, Kent ve Becerik-Gerber (2010), IPD'nin geleneksel yöntemlere göre daha yüksek proje başarısı sağladığını ortaya koymuştur. Azhar et al. (2014) ise, IPD'nin BIM ile entegrasyonunu ele alarak karar alma süreçlerindeki hızlanma ve hata oranındaki düşüşe dikkat çekmiştir. Entegre Tasarım Süreci üzerine yapılan çalışmalarda ise, özellikle sürdürülebilir bina projelerinde erken entegrasyonun enerji verimliliği ve kullanıcı memnuniyeti üzerindeki olumlu etkileri vurgulanmaktadır (Reed & Gordon, 2000). MIC konusunda yapılan çalışmalarda ise, üretkenlik

ve kalite artışı ön plandadır. Li ve arkadaşları (2021), MIC yönteminin yüksek iş gücü maliyetine sahip bölgelerde önemli avantajlar sağladığını göstermiştir.

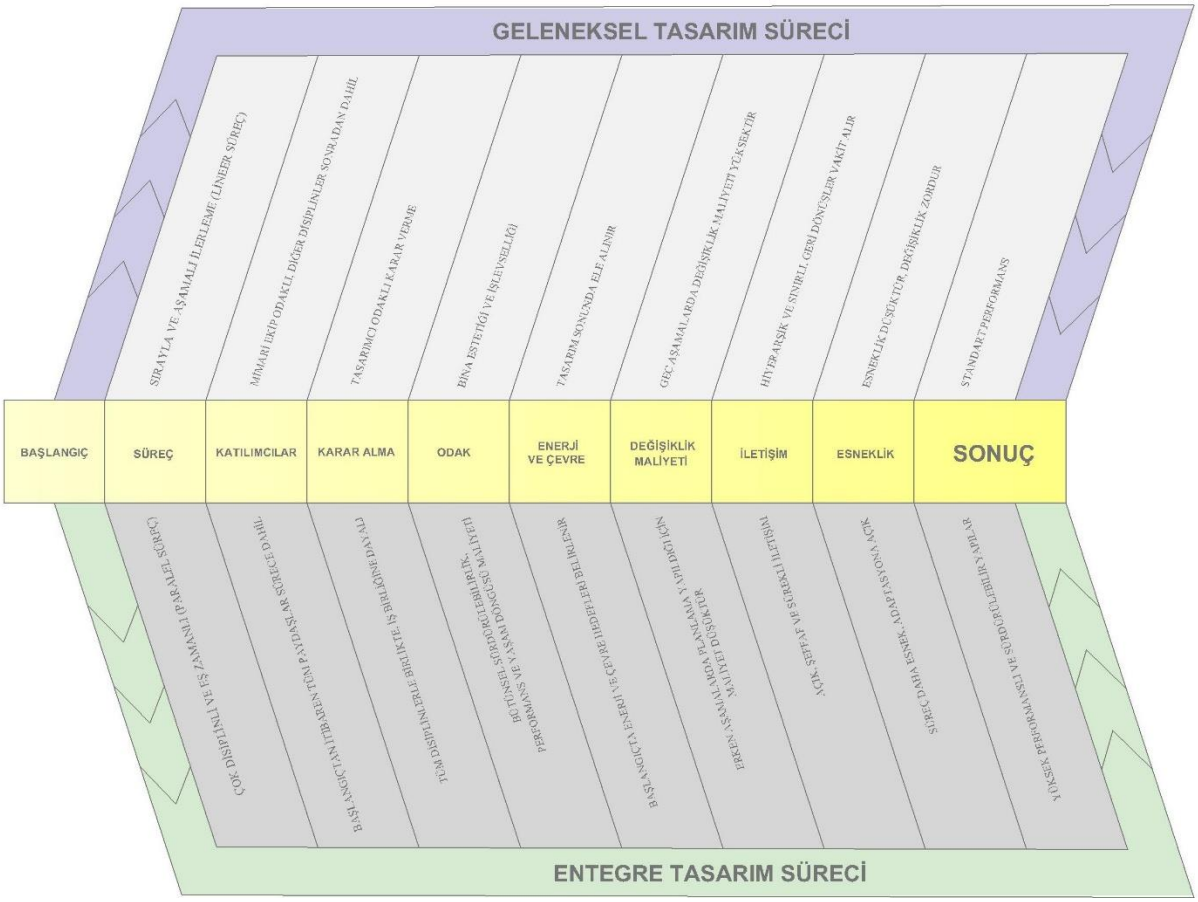
Bu bağlamda, literatürde entegre uygulamaların farklı türleri üzerine çok sayıda araştırma yapılmakla birlikte, bu yaklaşımların kamu projelerine entegrasyonu ve Türkiye ölçeğinde uygulanabilirliği konularında çalışmaların sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu araştırma, söz konusu boşluğu doldurmayı ve kamu inşaat süreçlerinde entegre uygulamaların yaygınlaştırılmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir.

2.1.Entegre Tasarım Süreci (Integrated Design Process – IDP)

Entegre Tasarım Süreci (IDP), projenin en erken aşamalarında tüm paydaşların—mimarlar, mühendisler, müteahhitler, malzeme tedarikçileri ve kullanıcı temsilcileri gibi—karar alma sürecine aktif olarak katıldığı, etkileşimli ve sistematik bir tasarım yaklaşımıdır. Bu model, sadece tasarımı değil; enerji verimliliği, maliyet optimizasyonu, sürdürülebilirlik ve yapım sonrası kullanıcı memnuniyetini de merkeze alarak bütünsel bir yönetim çerçevesi sunar (Riley et al., 2005).

Geleneksel tasarım süreçleri, genellikle doğrusal ve hiyerarşik bir yapıya sahiptir. Mimar binayı tasarlar, ardından mühendisler teknik detayları geliştirir. Bu modelde, müşteriyle birlikte mimarın bina şekli, yönelimi, malzeme tercihleri ve yapı bileşenleri hakkında erken kararlar alması, diğer disiplinlerin daha sonra bu kararlara uyum sağlamaya çalışmasına neden olur. Ancak bu yaklaşım, paydaşlar arasında izolasyonlara yol açar ve bu da eksik bilgi akışı, inşaat gecikmeleri, düşük bütçe performansı ve yetersiz inşaat kalitesi gibi sorunları beraberinde getirir (Chandrasekhar et al., 2017; El Asmar et al., 2013).

İşte bu bağlamda IDP, bu parçalanmış yapıdan kaynaklanan sorunları aşmak üzere geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Sürecin başından itibaren tüm paydaşları sürece dahil ederek, ortak kararların alınmasını ve farklı disiplinlerin çıktılarının entegre edilmesini sağlar. Bu yaklaşım, yalnızca teknik kaliteyi değil, aynı zamanda takım dinamiklerini ve müşteri tatminini de artırır (Sanguinetti et al., 2011). Özellikle sürdürülebilir tasarım hedeflerinin gerçekleştirilmesinde IDP'nin etkisi büyüktür. Enerji analizleri, malzeme yaşam döngüsü değerlendirmeleri ve kullanıcı geri bildirimleri gibi çok boyutlu bileşenlerin eşzamanlı ele alınması, projeyi daha çevik ve etkin kılar.



Şekil 2.1. Geleneksel Tasarım Süreci ile Entegre Tasarım Süreci'nin Karşılaştırılması (*American Institute of Architects, 2007)*

Not: *Görsel, IDP'nin karar alma yoğunluğunu ve sürece etki eden paydaşların zamanlamasını karşılaştırmalı olarak göstermektedir.*

Bu bağlamda IDP, yalnızca bir süreç yönetim tekniği değil; aynı zamanda inşaat sektöründe iletişimi, güveni ve ortak başarıyı teşvik eden bir kültürel dönüşüm aracıdır. Geleneksel süreçlerin neden olduğu teknik ve yönetsel sorunların azaltılmasında etkili bir çözüm olduğu literatürde açıkça ortaya konmuştur.

2.2. Modüler Entegre İnşaat (Modular Integrated Construction – MIC)

Modüler Entegre İnşaat (MIC), yapı elemanlarının fabrika ortamında ön üretimle hazırlanarak, sahada montaj yoluyla birleştirildiği bir inşaat tekniğidir. Geleneksel inşaat yöntemlerine kıyasla zaman, maliyet, iş sağlığı ve güvenliği, atık yönetimi ve kalite kontrol açısından önemli avantajlar sunar (Li et al., 2021). MIC, yalnızca yapım sürecini değil; aynı zamanda tasarım, üretim, ürün geliştirme ve tedarik süreçlerini de entegre eden çok disiplinli ve iş birliğine dayalı bir yaklaşımdır (Kamali & Hewage, 2016).

Bu sistemde kullanılan 3D hacimsel modüller, fabrikalarda hassas mühendislik ve kalite kontrol altında üretilir ve daha sonra inşaat sahasına taşınarak kısa sürede monte edilir. Bu yöntem, hava koşullarına bağlı aksamaları en aza indirirken, aynı zamanda inşaat alanındaki faaliyetleri ve iş yoğunluğunu önemli ölçüde azaltır (Law et al., 2022). Ayrıca, modüllerin seri üretimle hazırlanması, yapı kalitesinde standardizasyon sağlar ve sürdürülebilir inşaat hedeflerine katkı sunar.

MIC'nin en güçlü yönlerinden biri, tasarım süreciyle üretim ve montaj süreçlerini yaklaştırarak, paydaşlar arasında daha erken ve etkili bir bilgi alışverişi sağlamasıdır. Bu da daha iyi proje planlaması, risk yönetimi ve toplam proje süresinde azalma gibi kazanımlar doğurur. Literatürde yapılan araştırmalar, MIC uygulamalarının proje gecikmelerini, malzeme israfını ve sahada gerçekleşen kazaları azaltmada etkili olduğunu göstermektedir (Jin et al., 2018; Mao et al., 2015). Aynı zamanda karbon emisyonlarını azaltması ve işçilik verimliliğini artırması nedeniyle de sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlayan bir çözüm olarak değerlendirilmektedir.

Bu avantajlara rağmen, MIC'nin uygulanabilirliği ülkeden ülkeye, hatta projeden projeye değişebilmektedir. Lojistik zorluklar, tasarım esnekliğinin sınırlı olması, yüksek ilk yatırım maliyeti ve yerel mevzuata uyum gibi konular hâlen çözüm bekleyen başlıca engeller arasında yer almaktadır (Li et al., 2021).

2.3. Entegre Proje Teslimi (Integrated Project Delivery – IPD)

Entegre Proje Teslimi (Integrated Project Delivery – IPD), proje sahibi, tasarımcı ve müteahhitin, projenin en erken aşamalarından itibaren iş birliği yaparak çalıştığı, sorumlulukları ve riskleri ortaklaşa üstlendiği yenilikçi bir proje teslim yöntemidir. Bu yaklaşım, geleneksel proje teslim modellerinden farklı olarak, sözleşmeye dayalı bir ortaklık modeli sunar ve tüm paydaşların hedef birliği içinde çalışmasını teşvik eder (AIA, 2007).

IPD; tasarım, üretim ve inşaat süreçlerinin tümünde paydaşların bilgi, uzmanlık ve deneyimlerini bütüncül biçimde entegre eden bir yapıya sahiptir. Şekil 2.1'de gösterildiği gibi bu yapı; insanları, sistemleri, iş süreçlerini ve uygulamaları entegre ederek, projelerdeki israfı azaltmayı ve genel verimliliği artırmayı amaçlar (Kent & Becerik-Gerber, 2010).

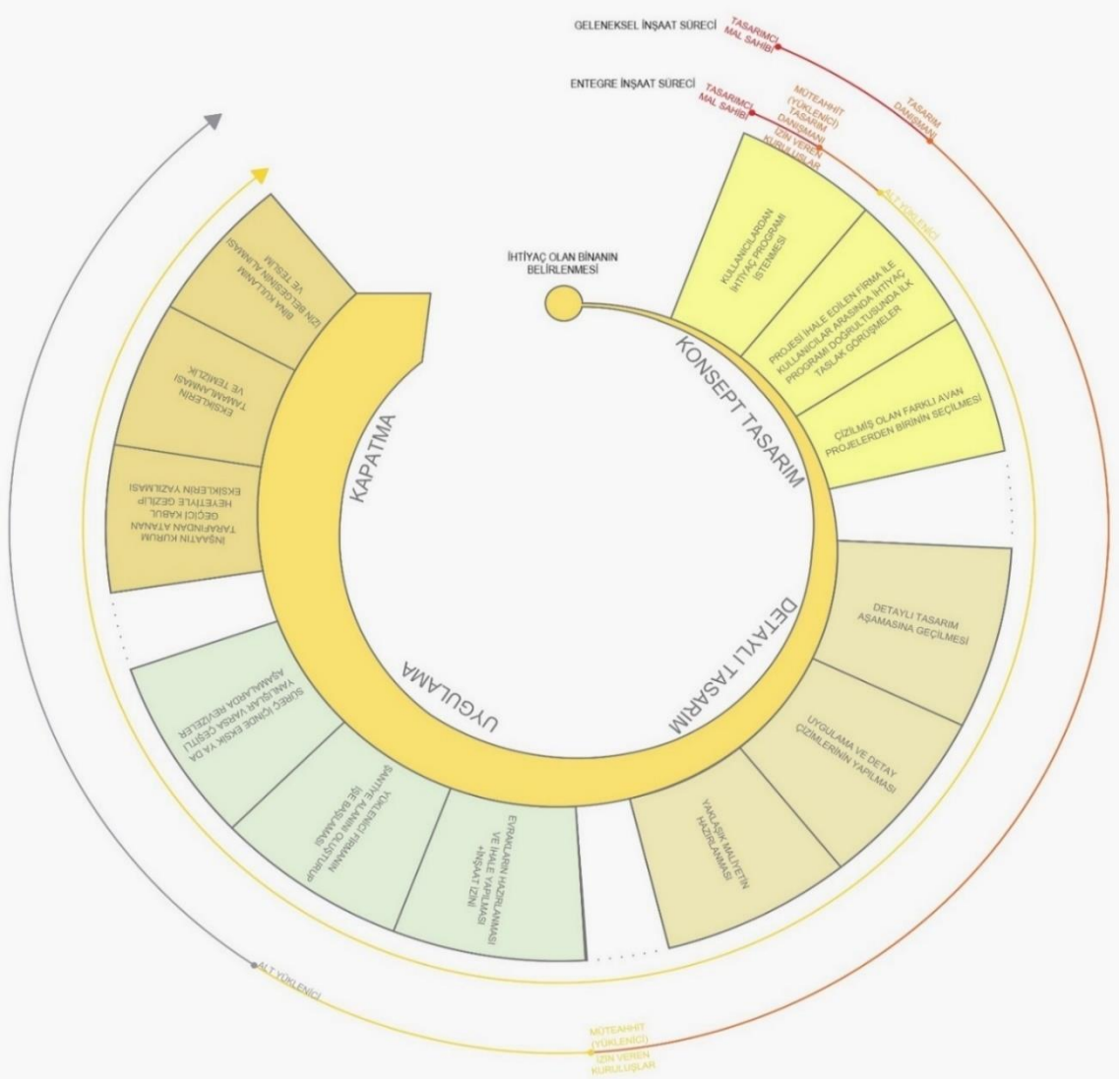
Geleneksel tasarla-yap (design-build) modelinde, proje sahibi sadece tek bir yüklenici ile sözleşme yapar ve yüklenici tasarımı da üstlenir. Ancak bu modelde tasarımcı, müteahhit ve işveren arasındaki iş birliği sınırlıdır. IPD modelinde ise, tüm katılımcılar ortak hedefler doğrultusunda tek bir sözleşmeyle bağlanır ve proje sürecinin tamamında birlikte çalışır

(Ashcraft, 2008). Bu durum, açık iletişimi ve karşılıklı güveni pekiştirir; ayrıca planlamanın daha kapsamlı yapılmasını ve risklerin erken aşamalarda tanımlanarak önlem alınmasını sağlar. IPD, projede görev alan herkesin yalnızca kendi çıkarına değil, projenin başarısına odaklanmasını sağlar. Sürecin merkezinde; ortak karar alma mekanizmaları, şeffaf bilgi paylaşımı, dijital koordinasyon (örn. BIM) ve erken dönem hedef belirleme yer alır (Mesa et al., 2016). Böylece, proje süresinin kısalması, maliyetlerin öngörülebilirliği, inşaat kalitesinin artması ve müşteri memnuniyetinin sağlanması mümkün hale gelir.

IPD yaklaşımının başarısı, büyük ölçüde katılımcılar arasındaki güven, saydamlık ve birlikte çalışma kültürünün sağlanmasına bağlıdır. Bu yönüyle IPD yalnızca bir teslim modeli değil, aynı zamanda iş yapış biçiminde kültürel bir dönüşüm olarak değerlendirilmektedir.

3. TÜRKİYEDE KAMU İNŞAAT SÜREÇLERİ

Ülkemizde kamu sektöründe gerçekleştirilen inşaat projeleri, genellikle geleneksel inşaat yönetim süreçlerine dayanmaktadır. Bu yaklaşımda, projede yer alan tüm paydaşlar, sürece eş zamanlı olarak dahil olamamaktadırlar (Şekil 4.1.). Bu durum, her bir paydaşın rolünün belirli bir zaman diliminde devreye girmesi ve proje sürecinin belirli aşamalarda sırasıyla ilerlemesi gerektiği bir yapıyı ortaya koymaktadır.



Şekil 4.2. Paydaşların sürece katılım zamanları (URL-1)

Kamuda inşaat süreçleri öncelikli olarak ihtiyaç olan binanın belirlenmesi ile başlar. Bina kullanıcılarından planlama öncesi bina ihtiyaç programı istenir. Projesi ihale edilen firma ile kullanıcılar arasında ihtiyaç programı doğrultusunda ilk taslak görüşmeler yapılır. Daha sonra çizilmiş olan farklı avan projeden biri seçilerek detaylı tasarım aşamasına geçilir (bu noktada diğer mühendislik dalları sürece dahil olur). Projenin uygulama ve detay çizimleri yapılarak yaklaşık maliyet hazırlanır ve ilgili kamu kurumuna teslim edilir. Böylelikle tasarım aşamaları tamamlanmış olur. Kurum tarafından ihale evrakları hazırlanarak 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu'na göre ihale yapılır. İhale sonrası inşaat ruhsat işlemleri yapılır. İhaleye göre bina yapımını üstlenen firma şantiye alanını oluşturup işe başlar (müteahhitin dahil olması). Süreç içinde projede eksik ve yanlışlıklar varsa bunlar için çeşitli aşamalarda revizeler yapılarak bina

tamamlanma noktasına getirilir. İnşaat kurum tarafından atanan geçici kabul heyetiyle gezilerek son eksikleri rapor eder ve müteahhit firma bu son eksiklikleri tamamlamak ve binayı temizlemek suretiyle kuruma teslim eder ve inşaat kapanır (İlhan, 2011).

Ülkemizde geleneksel inşaat sürecine «ihale» ile yani «uygulama» aşamasında dahil olabilen Müteahhitler, entegre uygulamalar ile «konsept tasarım» aşamasında sürece dahil olabilmektedirler (Şekil 4.1.).

Bu çalışma ile geleneksel inşaat süreci ve entegre uygulama sürecine müteahhitlerin katılımının yaratacağı farklar ve farkındalıklarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla geleneksel inşaat ve entegre inşaat süreçleri ile ilgili bilgilerden yola çıkılarak oluşturulan sorular konunun özelinde yapay zekaya sorularak ideal cevaplar aranmış ve sonrasında aynı sorular 5 yetkin müteahhite sorularak yarı yapılandırılmış görüşme ile sonuçlar elde edilmiştir. İki farklı yöntem ile elde edilen (yapay zeka ve yarı yapılandırılmış mülakat) yetkin müteahhitlerin dahil olma/olmama durumları kıyaslanmıştır. *İlk etapta yapay zekaya sorulmasının sebebi; son araştırmalara göre, yapay zeka, büyük veri kümelerini analiz ederek problem formülasyonuna yardımcı olabilir ve araştırma boşluklarını belirleyip doğrulayabilmektedir (Wagner et al., 2022).* Bu doğrultuda süreç içerisinde yetkin olan paydaş yorumları ile tutarlılığı tartışılarak söz edilen durumlarda özellikle Endüstri 4.0 teknolojileri ile nasıl karşılık bulabileceği önerilmiştir. Yani bu araştırma ve tartışma süreci sonrasında hem müteahhitlerin sürece dahil edilme yolları hem de hangi teknolojiler ile entegrasyon sağlanacağı ele alınmıştır.

SÜREÇLE İLGİLİ SORU	GELENEKSEL İNŞAAT SÜRECİ	ENTEGRE İNŞAAT SÜRECİ	ENTEGRE İNŞAAT SÜRECİNE DAİR YETKİN MÜTEAHHİT GÖRÜŞÜ
BELİRLENEN SORULAR	**YAPAY ZEKA**	**YAPAY ZEKA**	**YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME**
Proje maliyet yönetimi nasıldır?	Proje tasarımı, gerçek saha koşulları ve inşaat yöntemleri tam olarak dikkate alınamayabilir.	Tasarım kararlarının uygulanabilirliği ve maliyet etkinliği değerlendirilebilir.	Kamuda az ödenekle fazla imalat yaptırmak istenmesi sebebiyle, imalatın gerektiği gibi yapılamaması. Her şey düzgün bir şekilde yapılmak istenirse maliyetler artar.
Verimli ve uygulanabilir tasarım yapılabilir mi?	Tasarımlar, uygulama sahasından bağımsız olarak oluşturulabilir ve bu da sahada uygulama zorluklarına yol açabilir.	Müteahhitler, uygulama zorluklarını önceden tespit ederek tasarımın sahaya uygunluğunu artırabilir.	Uygulama sahasına daha hakim olan müteahhitlerin katılımı uygulanabilirliği artırır.
Zaman tasarrufu sağlanmakta mıdır?	İhale sonrasında yapılan revizyonlar ve değişiklikler, projenin gecikmesine neden olabilir.	Tasarım ve planlama aşamasında müteahhit katkısıyla ortaya çıkan doğru kararlar, revizyon ihtiyacını azaltır.	Proje aşamasında uzatmaya sebep olsa da, iyi bir uygulama projesi ortaya konulacağından imalat ciddi oranda hızlanacaktır.
İnovasyon ve yaratıcı çözümler sunulmakta mıdır?	Müteahhitlerin katkısı sınırlı olduğu için yenilikçi inşaat yöntemleri ve teknolojiler tasarıma entegre edilemeyebilir.	Müteahhitler, yenilikçi teknikler ve malzemeler hakkında bilgi sağlayarak projeye değer katar. Bu, hem maliyeti düşürebilir hem de proje kalitesini artırabilir.	Piyasa dinamiklerine hâkim olmaları, güncel malzeme ve tekniklerin projeye entegre edilmesini kolaylaştırmaktadır.
Risk yönetimi ve problem çözümü nasıldır?	Riskler genellikle inşaat sırasında ortaya çıkar ve çözüm süreci zaman alıcıdır.	Riskler, tasarım aşamasında tespit edilip yönetilebilir.	Piyasa dinamiklerinden kaynaklanan belirsizlikler, uygun risk yönetimi stratejilerinin uygulanmasıyla minimize edilebilir ve proje üzerindeki olumsuz etkileri kontrol altına alınabilir.
Ekip iletişimi ve işbirliği nasıldır?	Müteahhit ve tasarım ekibi arasındaki iletişim, projeye geç bir aşamada başladığı için sınırlıdır.	Tasarımcılar, müteahhitler ve diğer paydaşlar arasında erken aşamada kurulan iş birliği, koordinasyonu artırır.	Geleneksel inşaat süreçlerinde, belirli bir imalat aşamasına geçildiğinde ilgili iş kalemleri üzerinde düşünülmeye başlanmakta ve bu noktadan itibaren söz konusu imalat sürecin odak noktası haline gelmektedir. Ancak bu imalatlar proje tasarım sürecinde dikkate alınmış olsaydı, ortaya çıkabilecek riskler önceden öngörülebilir ve bu risklere karşı gerekli önlemler daha hızlı ve etkili bir şekilde alınabilirdi.
Sürdürülebilirlik ve çevresel faydalar sağlar mı?	Tasarım aşamasında sürdürülebilirlik hedefleri göz ardı edilebilir.	Müteahhitlerin çevresel etkileri ve sürdürülebilir inşaat yöntemlerini tasarım aşamasında gündeme getirmesi, çevresel performansı iyileştirir.	Çıkacak hurda malzemelerin değerlendirilmesi ve atık malzemelerin bertaraf edilmesi konusuna daha iyi hakim oldukları için sürdürülebilirliğe katkı sağlanır.

Tablo 4.1. Geleneksel ve Entegre İnşaat Süreci

İlk olarak, müteahhitlerin entegre inşaat sürecine katılımının proje performansına etkisini değerlendirmek amacıyla, geleneksel ve entegre inşaat süreçleri arasındaki farkların analizine imkân verecek yedi adet soru geliştirilmiştir. Bu sorular, Tablo 4.1'de ilk sütunda sunulmuştur. Sorular; maliyet, zaman, kalite, sürdürülebilirlik, iletişim, inovasyon ve risk yönetimi gibi temel proje performans kriterleri dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Söz konusu soruların belirlenmesinde amaç, müteahhit katılımının; proje süreçlerine olan katkısını, çok disiplinli iş birliği ortamına etkisini ve yenilikçi çözümlerin geliştirilmesindeki rolünü ortaya koymaktır. Bu kapsamda geliştirilen sorular, hem literatürde sıkça vurgulanan performans göstergeleri hem de saha çalışmaları ve mülakatlarla desteklenen uygulama ihtiyaçları doğrultusunda yapılandırılmıştır.

Devamında, söz konusu sorular her iki inşaat süreci (geleneksel ve entegre) için yapay zeka destekli analiz yoluyla yanıtlanmış ve elde edilen bulgular Tablo 4.1'in ikinci ve üçüncü sütunlarında sunulmuştur. Ek olarak, aynı sorular beş yetkin müteahhite yöneltilmiş; alınan yanıtlar ise tablonun dördüncü sütununda yer almaktadır. Tablo 4.1 aracılığıyla ulaşılan sonuçlar, ilgili inşaat süreçlerinin proje tasarımı, uygulanması ve yönetimi üzerindeki etkilerini kapsamlı bir biçimde ortaya koymaktadır. Her bir soruya verilen yanıtlar, süreçlerin avantaj ve dezavantajlarını karşılaştırmalı olarak değerlendirme imkânı sunmaktadır.

Geleneksel inşaat yöntemlerinde, proje tasarım sürecinde çoğu zaman sahadaki gerçek koşullar ve uygulanabilir yapım teknikleri yeterince dikkate alınmamaktadır. Bu durum, uygulama aşamasında çeşitli uyumsuzluklara yol açarak öngörülemeyen maliyet artışlarını beraberinde getirebilmektedir. Buna karşın, entegre inşaat uygulamalarında müteahhitlerin tasarım sürecine erken aşamada dahil edilmesi, maliyet etkinliğinin ve yapımın uygulanabilirliğinin önceden analiz edilmesine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, hem bütçe yönetimini hem de proje başarısını olumlu yönde etkilemektedir. Nitelikli ve deneyimli müteahhitler, kamu projelerinde sınırlı bütçeyle yüksek kalite hedeflerine ulaşma baskısı altında olsalar dahi, entegre süreçler ve etkin proje yönetimi ile maliyet artışlarını kontrol altına alma potansiyeline sahiptir.

Geleneksel inşaat uygulamalarında, tasarım süreci çoğunlukla saha koşullarından bağımsız olarak yürütülmekte ve bu durum, uygulama aşamasında çeşitli zorluklara ve uyumsuzluklara neden olabilmektedir. Oysa entegre inşaat süreçleri, sahadaki teknik ve fiziksel koşullara hâkim müteahhitlerin bilgi ve deneyiminden yararlanarak, uygulamaya uygun ve daha gerçekçi tasarımların geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, yetkin müteahhitlerin sürece katkısı, tasarımın hem verimliliğini hem de sahada uygulanabilirliğini önemli ölçüde artırmaktadır.

Diğer yandan, geleneksel yöntemlerde tasarım ve yapım süreçlerinin birbirinden ayrık ilerlemesi, ihale sonrasında yapılan revizyonların projelerde gecikmelere yol açmasına neden olabilmektedir. Entegre inşaat yaklaşımında ise müteahhitlerin erken katılımı sayesinde karar alma süreçleri daha sağlıklı yürütülmekte; bu durum, tasarımların doğruluğunu artırarak revizyon ihtiyacını azaltmakta ve projelerde önemli ölçüde zaman tasarrufu sağlamaktadır. Sürece deneyimiyle katkı sunan yetkin müteahhitler, iyi yapılandırılmış bir uygulama projesiyle imalat sürecini hızlandırmakta ve proje sürelerinin optimize edilmesine katkı sunmaktadır.

Geleneksel inşaat projelerinde, müteahhitlerin sürece sınırlı düzeyde dahil olmaları, yenilikçi teknik ve teknolojilerin projelere entegre edilmesini zorlaştırmaktadır. Oysa entegre inşaat süreçlerinde, müteahhitlerin güncel malzeme ve yapım tekniklerine ilişkin bilgi birikiminden yararlanılması sayesinde projelerde inovasyon kapasitesi artmakta, daha modern ve yaratıcı çözümler üretilebilmektedir. Nitelikli müteahhitler, piyasa dinamiklerini yakından takip ederek projelere yenilikçi katkılar sunmakta ve teknik ilerlemelerin sahaya yansımasını mümkün kılmaktadır.

Risk yönetimi açısından değerlendirildiğinde, geleneksel süreçlerde olası riskler genellikle inşaat sırasında ortaya çıkmakta ve bu da çözüm süreçlerinin uzamasına neden olmaktadır. Entegre yaklaşım ise, tasarım aşamasında potansiyel risklerin öngörülmesini ve gerekli önlemlerin zamanında alınmasını mümkün kılmaktadır. Bu doğrultuda yetkin müteahhitler, özellikle piyasa koşullarından kaynaklanan riskleri önceden tespit ederek daha proaktif ve etkili bir risk yönetimi gerçekleştirebilmektedir.

İletişim ve iş birliği bakımından, geleneksel inşaat süreçlerinde tasarım ekibi ile müteahhit arasındaki etkileşim çoğunlukla uygulama aşamasında başlamaktadır. Bu durum, koordinasyon eksikliklerine ve bilgi aktarımında gecikmelere neden olabilmektedir. Buna karşılık entegre inşaat süreçleri, müteahhitlerin tasarım aşamasında sürece aktif katılımını sağlayarak, çok disiplinli iş birliği ortamının erken dönemde oluşturulmasına imkân tanımaktadır. Bu da proje sürecinin bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesine katkı sunmaktadır.

Son olarak, sürdürülebilirlik bağlamında da entegrasyonun önemli avantajlar sunduğu görülmektedir. Geleneksel süreçlerde çevresel faktörler çoğu zaman tasarım sürecinde geri planda kalmakta; bu da sürdürülebilir uygulamaların projelere yeterince entegre edilememesine yol açmaktadır. Entegre süreçlerde ise müteahhitler, sürdürülebilir inşaat yöntemlerini erken aşamada gündeme alarak çevresel performansın artırılmasına katkı sağlamaktadır. Yetkin müteahhitler, özellikle atık yönetimi, enerji verimliliği ve malzeme optimizasyonu gibi

alanlarda bilinçli yaklaşımlar geliştirerek projelerin çevresel etkilerini minimize edebilmektedir.

Tablo 4.1., müteahhitlerin tasarım aşamasına erken katılımının; maliyet yönetimi, zaman tasarrufu, sürdürülebilirlik ve kalite gibi temel proje parametrelerinde önemli avantajlar sağladığını ortaya koymaktadır. Geleneksel inşaat yöntemlerinin yapısal sınırlılıklarına karşın, entegre inşaat yaklaşımlarında müteahhitlerin deneyim ve uzmanlığı sayesinde daha verimli, uygulanabilir ve yenilikçi projelerin hayata geçirilebildiği görülmektedir. Bu bağlamda, Endüstri 4.0 teknolojilerinin de söz konusu süreçleri destekleyici nitelikte olduğu ve proje çıktılarının optimizasyonuna önemli katkılar sunduğu değerlendirilmektedir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde, bu teknolojilerin hangi yönleriyle sürece entegre edilebileceği kapsamlı şekilde ele alınmaktadır.

Nitekim Tablo 4.2.'de de ortaya konulduğu üzere, Endüstri 4.0 uygulamaları müteahhit katılımının sağlayacağı avantajları pekiştiren çeşitli çözüm alternatifleri sunmaktadır. Konsept tasarım aşamasında, hem yetkin müteahhitlerin sahaya yönelik pratik bilgisi hem de Endüstri 4.0'ın sunduğu dijital araçlar, proje sürecine değer katmakta ve bütüncül bir yaklaşımı mümkün kılmaktadır. Bu teknolojiler; süreçlerin daha yenilikçi, verimli ve senkronize biçimde yönetilmesini sağlayarak, zaman kayıplarını ve kaynak israfını minimize etme potansiyeline sahiptir. Ancak bu dönüşümün başarıyla gerçekleştirilebilmesi için, inşaat sektörünün dijitalleşme sürecine uyum sağlaması ve insan kaynağının bu teknolojilere uygun şekilde yeniden yapılandırılması büyük önem arz etmektedir.

Entegre İnşaat Sürecinde Durum	Endüstri 4.0'ın Sunduğu Çözüm
Proje maliyeti yönetimi: Kamu projelerinde fazla imalat istenebilir. Her şeyin düzgün yapılması istenirse maliyet artar. Tecrübeli müteahhit bu süreci kontrol altına alabilir.	Büyük Veri, Yapay Zeka, BIM, IoT, Otomasyon, Dijital İkizler, Blockchain ile maliyet kontrolü sağlanır.
Uygulanabilir tasarım: Saha deneyimi yüksek müteahhitler, uygulanabilir ve verimli tasarım sağlar.	BIM, IoT, Yapay Zeka, 3D Yazıcılar, Blockchain ile dijital modelleme yapılabilir.
Zaman tasarrufu: Proje başta uzayabilir ama uygulama süreci hızlanır.	BIM, Otomasyon, Robotik, IoT, 3D Yazıcılar, Drone gibi teknolojilerle süreç kısalır.
Yaratıcılık ve inovasyon: Müteahhit piyasadaki yeni malzemeleri takip ederek yaratıcı çözümler sunabilir.	BIM, Yapay Zeka, IoT, 3D Yazıcılar, Dijital İkizler, Blockchain ile yenilikçi tasarım ve üretim yapılabilir.
Risk ve problem yönetimi: Tecrübeli müteahhit proje koşullarına göre riskleri azaltabilir veya çözebilir.	BIM, Yapay Zeka, IoT, Dijital İkizler, Blockchain ile riskler erken tespit edilip yönetilir.
İletişim ve iş birliği: Geleneksel iletişimde aksaklık olabilir, ama müteahhit sorunları okuyarak aksiyon alır.	BIM, IoT, Bulut Sistemler, Yapay Zeka ile anlık ve verimli ekip iletişimi sağlanır.
Sürdürülebilirlik: Tecrübeli müteahhit çevresel etkileri dikkate alarak sürdürülebilirliğe katkı sağlar.	IoT, 3D Yazıcılar, Yapay Zeka, Blockchain ile kaynak kullanımı optimize edilir, çevresel etkiler azaltılır.

Tablo 4.2. Müteahhitlerin entegre süreçlere katılımları ve endüstri 4.0'ın sunduğu çözümler

4.DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Literatür taraması ve yarı yapılandırılmış mülakatlar sonucunda mevcut müteahhitlerin, kavramsal olarak "entegre uygulamalar" terimine aşina olmasalar da, konsept tasarım aşamasında sürece dahil olmanın faydalarına ilişkin farkındalıklarının literatür ile örtüştüğü tespit edilmiştir. Bu durum, entegre süreçlerin sahadaki uygulayıcılar tarafından da ihtiyaç olarak görülmeye başlandığını göstermesi açısından önemlidir.

Ancak ülkemizde kamuya yönelik inşaat süreçlerinin hâlâ büyük ölçüde geleneksel yöntemlerle yürütülmesi ve müteahhitlerin ihale süreciyle projeye dahil olması, entegre yaklaşımların uygulanabilirliğini sınırlamaktadır. Bu bağlamda, entegre süreçlerin etkin bir şekilde hayata geçirilebilmesi için öncelikle 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu, 4735 sayılı Kamu İhale Sözleşmeleri Kanunu ve ilgili ikincil mevzuatta gerekli düzenlemelerin yapılması elzemdir.

Entegre yaklaşımların bir diğer gerekliliği ise müteahhitlerin proje sürecine erken aşamada, yani tasarım evresinde dahil edilmesidir. Bu katılımın sağlıklı şekilde gerçekleşebilmesi için müteahhitlerin yetkinliklerinin tanımlandığı bir sertifikasyon sisteminin oluşturulması ve ilgili teknik ve yönetsel eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. Bu sistem sayesinde, proje başlangıcında kapsamın net olmadığı durumlarda dahi, hem tasarım hem uygulama aşamalarını üstlenebilecek nitelikte firmaların belirlenmesi mümkün olacaktır.

Ayrıca, Endüstri 4.0'ın sunduğu teknolojik imkanlar, müteahhitlerin sürece erken katılımıyla sağlanabilecek avantajları desteklemekte; süreçlerin daha yenilikçi, verimli ve optimize bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır. Konsept tasarım aşamasında hem yetkin müteahhitlerin tecrübelerinden hem de dijital teknolojilerin potansiyelinden faydalanılması, projelerin zaman, maliyet ve kalite açısından daha başarılı bir şekilde tamamlanmasına katkı sağlamaktadır. Ancak bu faydaların sürdürülebilir hale gelmesi, sektörün dijital dönüşüm sürecine uyum sağlaması ve insan kaynağının bu teknolojilere uygun şekilde eğitilmesi ile mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

Azari, R., & Kim, Y. W. (2016). Assessing the level of integrated design practice in green building projects. *Automation in Construction*, 62, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.11.012

Owen, R., Amor, R., Palmer, M., Dickinson, J., Tatum, C. B., & Kagioglou, M. (2010). Challenges for integrated design and delivery solutions. *Architectural Engineering and Design Management*, 6(4), 232–240. https://doi.org/10.3763/aedm.2010.IDDS1

Akbay, R. B., Balaban Ökten, B., & Arıcı Üstüner, Y. (2023). Şantiyelerde Bilgi Modellemesi ve Dijital Teknolojilerin Kullanımı. AJIT-E: Academic Journal of Information Technology, 14(54), 298-319. https://doi.org/10.5824/ajite.2023.03.007.x

E. Ikudayisi et al., Integrated practices in the Architecture, Engineering, and Construction industry: Current scope and pathway towards Industry 5.0, Journal of Building Engineering, Volume 73, 2023.

Khalfan, M.M.A., McDermott, P. and Swan, W. (2007), "Building trust in construction projects", *Supply Chain Management*, Vol. 12 No. 6, pp. 385-391. https://doi.org/10.1108/13598540710826308

Kent, David & Becerik-Gerber, Burcin. (2010). Understanding Construction Industry Experience and Attitudes toward Integrated Project Delivery. Journal of Construction Engineering and Management-asce- J CONSTR ENG MANAGE-ASCE. 136. 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000188.

Reed, W. G., & Gordon, E. B. (2000). Integrated design and building process: what research and methodologies are needed? *Building Research & Information*, *28*(5–6), 325–337. https://doi.org/10.1080/096132100418483

Tsz Wai, C., Wai Yi, P., Ibrahim Olanrewaju, O., Abdelmageed, S., Hussein, M., Tariq, S., & Zayed, T. (2021). A critical analysis of benefits and challenges of implementing modular integrated construction. *International Journal of Construction Management*, *23*(4), 656–668. https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1907525

Koch, Christian & Buhl, Henrik. (2013). "Integrated Design Process" a Concept for Green Energy Engineering. Engineering. 05. 292-298. 10.4236/eng.2013.53039.

Gümüşburun Ayalp, Gülden & Ayalp, Gümüşburun & Mehmet, Emin & Öcal,. (2016). Türk inşaat sektöründe mimari tasarım süreci hataları ve nedenleri Architectural design process errors in the Turkish construction sector and the reasons for these errors.

El Asmar, Mounir & Hanna, Awad & Loh, Wei-Yin. (2013). Quantifying Performance for the Integrated Project Delivery System as Compared to Established Delivery Systems. Journal of Construction Engineering and Management. 139. 04013012. 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000744.

Keusters, G., Bakker, H. and Houwing, E.-J. (2024), "Improving the performance of civil engineering projects through the integrated design process", *Journal of Engineering, Design and Technology*, Vol. 22 No. 2, pp. 344-364. https://doi.org/10.1108/JEDT-10-2021-0519

American Institute of Architects. (2007). *The American Institute of Architects official guide to the 2007 AIA contract documents*.

Mohammad Kamali, Kasun Hewage. (2016). Life cycle performance of modular buildings: A critical review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 62, 1171-1183, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.031.

M. Law, "How to Build Valid and Credible Simulation Models," 2022 Winter Simulation Conference (WSC), Singapore, 2022, pp. 1283-1295, doi: 10.1109/WSC57314.2022.10015411.

Sherif Abdelmageed, Tarek Zayed, (2020). A study of literature in modular integrated construction - Critical review and future directions, Journal of Cleaner Production, Volume 277, ISSN 0959-6526, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124044.

Ashcraft, H. W. (2008). Building information modeling: A framework for collaboration. Constr. Law., 28, 5.

Harrison A. Mesa, Keith R. Molenaar, Luis F. Alarcón, (2016). Exploring performance of the integrated project delivery process on complex building projects, International Journal of Project Management, Volume 34, Issue 7,1089-1101, ISSN 0263-7863, https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.05.007.

(URL-1) https://www.kutmen.com/ept E.T:18.04.2025.

İlhan, O., (2011). Müteahhitlerin Kamu İnşaatları Uygulamalarında Karşılaştıkları Risklerin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Ankara.

Wagner, W., et al. (2022) Widespread Occurrence of Anomalous C-Band Backscatter Signals in Arid Environments Caused by Subsurface Scattering. Remote Sensing of Environment, 276, https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113025.

"YAPILARDA PASİF TASARIM PARAMETRELERİNİN TEKNOLOJİK GELİŞİM SÜRECİNDE YORUMLANMASI; PASİF, AKILLI VE OTONOM YAKLAŞIMLAR"

Aybüke ÜRKMEZ
Gazi University, Institute of Science, Department of Architecture, 06570, Çankaya, ANKARA
ORCID: 0000-0002-5182-3483
Prof. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY
Gazi University, Institute of Science, Department of Architecture, 06570, Çankaya, ANKARA
ORCID: 0000-0003-1903-9119

ÖZET

Enerji verimliliği, mimari tasarım sürecinde üç temel yaklaşımla dönüşüm geçekleştiriştir: Pasif sistemler, sensör-temelli akıllı çözümler ve Endüstri 4.0 ile gelişen otonom yapılar; bu dönüşüm, tasarım kararlarının fiziksel çevreyle olan ilişkisini ve teknolojik adaptasyonunu temele bağlı kalarak dönüştürmüştür.

Bu çalışma, üç yaklaşımın enerji verimliliğine katkılarını, mimari tasarımın beş temel parametresi olan konum, yönelim, form, kabuk ve havalandırma bağlamında incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın temel hedefi, enerji verimliliği kapsamında mutlak kabul edilebilecek bu tasarım parametrelerinin pasif yaklaşımlar temelinde nasıl biçimlendiğini ve sonraki teknolojik aşamaları nasıl etkilediğini ortaya koymaktır.

Çalışmada araştırma yöntemlerinden betimsel analiz yöntemi benimsenmiştir. Literatür taramasıyla belirlenen beş temel parametre çerçevesinde, sekiz örnek yapı analiz edilmiştir. Her bir yapı, enerji yönetimi açısından sahip olduğu çözüm üretme biçimi ve teknolojik düzey kapsamında değerlendirilmiş, örneklerin sunduğu özellikler karşılaştırmalı bir perspektifle ele alınmıştır.

Elde edilen bulgular, pasif tasarım parametrelerinin yalnızca erken dönem uygulamalara değil, aynı zamanda akıllı ve otonom yapı sistemlerinde de kullanıldığı görülmektedir. Teknolojik gelişmeler, bu pasif ilkeleri daha ölçülebilir, optimize edilebilir ve sürdürülebilir hale getirmektedir. Bu bağlamda çalışma, enerji verimliliği hedefi doğrultusunda mimari tasarımda pasif yaklaşımın sürekliliğini ve süreç içerisindeki dönüştürücü gücünü ortaya koymaktadır. Teknolojik sistemler bu süreçte bir araç niteliği taşırken, pasif tasarım yaklaşımları enerji verimliliğinin temelini oluşturduğu açıktır.

Anahtar Kelimeler: Pasif, akıllı, otonom, teknoloji, Endüstri 4.0.

INTERPRETATION OF PASSIVE DESIGN PARAMETERS IN BUILDINGS IN THE PROCESS OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT; PASSIVE, INTELLIGENT AND AUTONOMOUS APPROACHES

ABSTRACT

Energy efficiency has transformed the architectural design process through three main approaches: Passive systems, sensor-based smart solutions and autonomous structures developed with Industry 4.0; this transformation has fundamentally transformed the relationship of design decisions with the physical environment and technological adaptation.

This study aims to examine the contributions of the three approaches to energy efficiency in the context of the five basic parameters of architectural design: location, orientation, form, shell and ventilation. The main objective of the research is to reveal how these design parameters, which can be considered absolute within the scope of energy efficiency, are shaped on the basis of passive approaches and how they affect the subsequent technological stages.

Descriptive analysis method, one of the research methods, was adopted in the study. Within the framework of five basic parameters determined by the literature review, eight sample buildings were analyzed. Each building was evaluated in terms of the way it produces solutions in terms of energy management and technological level, and the features offered by the examples were discussed in a comparative perspective.

The findings show that passive design parameters are used not only in early applications, but also in smart and autonomous building systems. Technological developments make these passive principles more measurable, optimizable and sustainable. In this context, the study reveals the continuity of the passive approach in architectural design in line with the goal of energy efficiency and its transformative power in the process. While technological systems are a tool in this process, it is clear that passive design approaches form the basis of energy efficiency.

Keywords: Passive, intelligent, autonomous, technology, Industry 4.0.

1.GİRİŞ

Enerji, insanlık tarihi boyunca hem bireysel yaşamın sürdürülebilirliğinde hem de toplumsal gelişim için önemli bir rol oynamıştır. Barınma, ısınma ve üretim gibi temel yaşamsal ihtiyaçlardan sanayi devrimi sonrası her dönemde enerji kullanımı, insan yaşamını etkilemiştir. Özellikle Endüstri 3.0 ile başlayan kentleşme ve teknolojik gelişmeler, yapı bağlamında enerji tüketimini oldukça artırmıştır. Yapı sektörü ise bu enerjinin oldukça büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Yapılardaki bu enerjinin çoğu, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinde

kullanılmaktadır (P. Pacheco, J. Ordonez, v.d., 2012). Buna bağlı olarak enerji verimliliği, mimari tasarımın temel kriterlerinden biri haline gelmiş ve bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeylerde enerji politikası için birinci hedef olmuştur (Perez-Lombard, L., Ortiz, J., Pout, C. ,2008).

Mimari tasarım sürecinde enerji verimliliğine yönelik yaklaşımlar zamanla farklı teknikler ve teknoloji bileşenleri ile çeşitlenmiş; bu çeşitlenme üç temel dönemde öne çıkan kavramlarla tanımlanabilir hale gelmiştir: pasif sistemler, akıllı teknolojiler ve otonom yapı çözümleri. Pasif sistemler, geleneksel mimari bilgiyi ve doğal kaynak kullanımını temel almanın yanı sıra yenilenebilir enerji sistemlerini entegre etmeden önce enerji kullanımını azaltmak adına atılan ilk adım olarak değerlendirilmektedir (M. K. Ansah, Xi Chen v.d., 2022). Akıllı sistemler ise, pasif yaklaşımın dijital teknolojilerle enerji kullanımını izleyen ve yöneten çözümleri içermektedir (P. Li, 2025.) Otonom yaklaşımlar ise yapının kendi kendini yöneten, enerji üreten ve çevresel veriye göre karar verebilen daha ileri teknolojileri kapsamaktadır (F. A.Alijoyo, 2024).

Bu çalışmanın temel amacı, enerji verimliliğini hedefleyen bu üç yaklaşımın, aslında farklı dönemlere ait olsalar da ortak bir tasarım niyeti taşıdığını ve pasif tasarım parametrelerinin sonraki iki yaklaşımın da temelini oluşturduğunu ortaya koymaktır. Literatürde her bir yaklaşım tekil olarak değerlendirilmiş olsa da bu çalışmada üç yaklaşımın karşılaştırmalı olarak ele alınması, enerji verimliliği odaklı mimari tasarım sürecine bütüncül bir perspektif kazandırmayı hedeflemektedir.

2.MİMARİ TASARIM SÜRECİ VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

İnsanlar tarih boyunca amacıyla mimari tasarım sürecinde doğal enerji kaynaklarından etkin biçimde yararlanmıştır. Güneş, rüzgâr ve su gibi doğal kaynakların tasarım aşamasında bilinçli kullanımı, yapıların enerji verimliliğini sağlamada temel yaklaşım olmuştur (M. Altın,2013). Antik Mısır'da yapılar kışın güneş ışığına maruz kalmayı artırmak ve yazın düşürmek amacıyla güneş yönlendirilerek doğal ısıtma ve soğutma sağlanmıştır (T. M. Olatunde, A. C. Okwandu, v.d. 2024.). Bu yüzden mimari tasarım süreci, yapıların çevresel etkilerini azaltmak ve enerji kaynaklarının kullanımını optimize etmek için enerji verimliliği kriterleri doğrultusunda tarihi çok eskiye dayanan bir süreçtir. (Ç. Dikmen, 2011.). Bu süreç, tarihsel gelişim ve teknolojik ilerlemelere paralel olarak pasif yaklaşımlar, akıllı yaklaşımlar ve otonom yaklaşımlar olmak üzere üç temel dönem altında incelenebilir.

2.1. Pasif Yaklaşımlar

Doğal kaynakların (güneş, rüzgâr, toprak, su vb.) etkin kullanımıyla enerji gereksinimini azaltma prensibine dayanan ilk yaklaşımdır. Bu yaklaşım, mekanik ısıtma, soğutma ve aydınlatma ihtiyacını en aza indirmek için güneş ışığı, gölge ve hava akışının doğal unsurlarını kullanarak enerji açısından verimli mimarinin temelini oluşturmaktadır (T. M. Olatunde, A. C. Okwandu, v.d. 2024.). Binanın konumu, binanın yönelimi, bina formu, bina kabuğu ve doğal havalandırma gibi kriterler belirleyicisidir (Z.Yılmaz, 2006; T. M. Olatunde, A. C. Okwandu, v.d. 2024.). Farklı iklim bölgelerinde değişkenlik gösteren bu kriterler sıcak iklimlerde doğal havalandırma, gölgeleme ve kalın duvarlarla iklimlendirme sağlama, soğuk iklimlerde ise güneş kazanımı, kompakt bina formu ve yalıtım önlemleriyle ısı kaybını azaltma üzerine kuruludur (U.T.Aksoy, M. Inallı 2006).

2.2. Akıllı Yaklaşımlar

Akıllı tasarım yaklaşımları, yapıların enerji verimliliğini artırmak amacıyla sensörler, kontrol sistemleri ve bilgi-iletişim teknolojilerinin entegre edildiği sistemleri kapsamaktadır. Pasif tasarım prensiplerine ek olarak geliştirilen bu yaklaşımlar, bina içi sıcaklık, nem, aydınlatma ve hava kalitesi gibi parametreleri gerçek zamanlı izleyen ve analiz eden sistemler aracılığıyla veriye dayalı enerji yönetimini mümkün kılmaktadır (Wong, Li, 2009). Literatürde bu tür uygulamalar “smart building” ve “intelligent building” gibi kavramlarla tanımlanmakta ve kullanıcı davranışlarına göre sistem optimizasyonuna odaklanmaktadır (T. Ale, 2024). Akıllı bina sistemleri, kullanıcı alışkanlıklarını tanıyarak ısıtma, soğutma ve aydınlatma ihtiyaçlarını dinamik biçimde ayarlayabilmekte; böylece hem enerji tüketimini azaltmakta hem de kullanıcı konforunu artırmaktadır. Bu bağlamda akıllı yaklaşımlar, veriye dayalı enerji yönetimi sağlamaktadır (A. Totonchi, 2018.) Örneğin, Almanya’da yapılmış olan Cube Berlin binasının, enerji akışı ve tüketiminin üst düzeye çıkarılması için kendi kendini öğrenen bir bina olmasının yanısıra bina ve kullanıcıların, birbirlerinden öğrendikleri, birbirlerini besledikleri bir etkileşim söz konusudur. Yapı kullanıcıların tercihlerine uyum sağlarken binanın ayarlarını kendi istek ve ihtiyaçlarına göre kontrol edebilir ve uyarlayabilmektedir (URL-10).

2.3. Otonom Yaklaşımlar

Otonom tasarım yaklaşımları, yapıların enerji üretimi, tüketimi ve yönetimi süreçlerini dış sistemlere minimum bağımlılıkla gerçekleştirebilen sistemleri kapsamaktadır. Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan otonom sistemlerde (IoT, Big Data and Analytics, AI, Cyber Security, Autonomous Robots Cloud, Additive Manufacturing, Augmented Reality, Horizontal and Vertical System Integration) cihazları entegre ederek verilerin birbirleriyle haberleşmelerini

sağlamaktadır (F. A. Alijoyo,2024.). Bu sistemlerle, yalnızca enerji performansını izleyen değil, aynı zamanda verileri analiz ederek kendi iç dinamikleri doğrultusunda karar alabilen ve kontrol edebilen akıllı sistemlerle donatılmıştır (A. U. Umana, B.M. P. Garba, 2024 v.d..).

Otonom yapılarda fotovoltaik paneller, rüzgar türbinleri, enerji depolama sistemleri ve yapay zeka destekli enerji yönetimi gibi ileri teknolojiler bir arada kullanılarak yapının enerji ihtiyacı büyük ölçüde kendi kendine karşılanmaktadır. Bu sistemler sadece veri toplamakla kalmaz, aynı zamanda örneğin şebeke üzerindeki yükü optimize ederek enerji kullanım zamanlamasını değiştirebilir, kullanıcıların mekânsal varlığına göre iklimlendirme sistemlerini dinamik olarak ayarlayabilir ya da hava koşullarını öngörerek üretim-tüketim dengesini yeniden organize edebilir (Y.H.Dong,S.T. Ng, 2015). Böylece enerji verimliliği yalnızca pasif stratejilerle ya da dijital kontrolle değil; otonom karar alma kapasitesine sahip entegre sistemlerle desteklenerekten de sağlanabilmektedir.

3. İNCELEME KRİTERLERİ VE ÖRNEKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde, pasif, akıllı ve otonom yaklaşımlar doğrultusunda seçilen toplam sekiz yapı örneği üzerinden karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Analiz sürecinde betimsel analiz yöntemi kullanılmış ve değerlendirme, bina tasarımında enerji verimliliğini etkileyen beş temel parametre—konum, yönelim, form, kabuk ve havalandırma—üzerinden gerçekleştirilmiştir. Her yapı örneği, bu parametreler bağlamında tablolar aracılığıyla sistematik biçimde değerlendirilmiş ve yaklaşımlar arası farklar ve benzerlikler ortaya konmuştur.

3.1. Bina Konumu

Bina tasarımındaki ilk tasarım parametresi topoğrafyadan başlamaktadır. Arazinin eğimi, konumu yapının kütlesinde belirleyici bir etkendir. Bu etkenler, güneş ve rüzgâr gibi iklimsel faktörleri de oluşturduğundan yapı için önemlidir (A.S. Yasan, 2011.). Bu sebeple binanın konumu enerji verimliliği açısından önemli bir rol oynayan mikroklimatik koşulları belirlemektedir (I. Yuksek, T.T. Karadayı,2017). Binanın konumuyla yerel iklim koşullarından yararlanarak termal konfor artar ve ısıtma ve soğutma talepleri azalmaktadır. Bu, yalnızca enerji verimliliğine katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda sakinler için daha sağlıklı bir iç ortam sağlar (E. J. Mba.v.d. 2024).

Yapı Adı	Konumu	Yılı	Görsel	Kaynak
Danubio Budapest Building (a)	Budapeşte	2022		(URL-5)
Radisson Collection Resort (b)	Çin	2021		(URL-7)

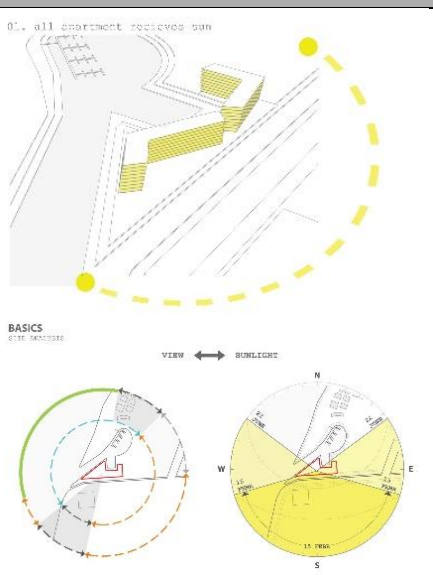
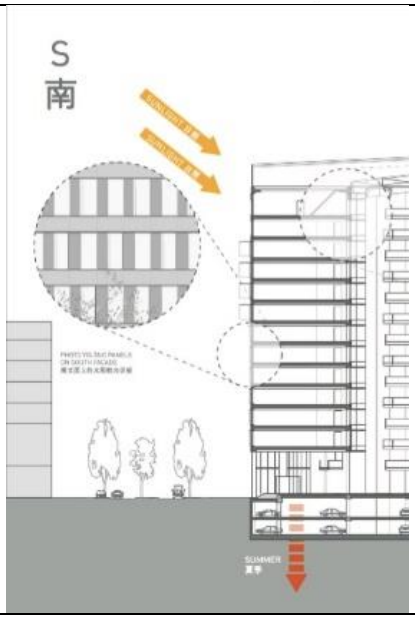
Şekil 1: Binanın Konumu Yaklaşımı

Pasif tasarım ilkelerinin benimsendiği Danubio Budapest Builging binası, Tuna Nehri'nin yanında yer alması sebebiyle herhangi bir su taşkını olmasına karşın topoğrafyaya uyarak bodrum garaj katları, bir su baskını koruma yapısı olarak işlev görmesi için zeminden yarım kat yüksekte inşa edilmiştir (Şekil 1. a.). Diğer taraftan akıllı yaklaşımlarda konumun getirdiği çevresel veriler (rüzgâr yönü, sıcaklık dağılımı, gürültü, kent yoğunluğu) dijital analizlerle değerlendirilir. Enerji modellemeleri ve programlarla optimum yerleşim sağlanmaktadır (S. Hall, K. Peterson, v.d. 2024.). Çin'de inşa edilmiş olan Radisson Collection Resort (Şekil 1, b), yapının en uygun konumunun belirlenmesi için bu teknolojilerden biri olan **GIS görselleştirme teknolojisi** uygulanmıştır. Yapıya ait eğim, kot değerleri ve yön verileri, yüzeyin teğetsel ve normal vektör analizleriyle işlendikten sonra bu üç parametre temel alınarak bir vektör alanı oluşturulmuştur. Ardından, parçacık kümeleme tabanlı yapay zekâ algoritmaları, bu vektör

alanı üzerinde ideal parçacık yörüngeleri tespit edilmiş, ortaya çıkan kümelenmiş parçacık grupları, her bir parametre kısıtlamasının (eğim toleransı, yükseklik aralığı, güneşlenme yönü vb.) etkisi altında, zeminin doğal dokusuyla uyumlu geometrik yollar üretilmiştir. Bu yollar, otelin kütlesel büyüme biçiminin çevreyle kesintisiz bir bütünlük içinde olması ve dijital ortamda oluşturulan binanın peyzajıyla formun entegrasyonu sağlanmıştır. Bu şekilde proje alanının kuzey–güney doğrultusunda 15 m'lik yükselti farkına sahip kademeli ve sarmal jeomorfik yapısı, GIS destekli analizle hem program alanlarının doğal bölünmesini hem de yapının topografyaya uyum sağlayarak optimizasyonu sağlanmıştır (URL-7).

3.2. Binanın Yönelimi

Bina yönelimi, binanın kotları ile coğrafi yön arasındaki ilişkiyi temsil eder (R.Elghamry, N.Y. Azmy, 2017.; R. E. R. Elghamry 2018.) Yapının yönü, cephelerin güneş enerjisinden yararlanma potansiyelini etkileyen tasarım stratejilerindendir (Z.Yılmaz, 2006.) Elektrikli veya mekanik ekipman kullanmadan binalarda termal konforu sağlamaya yardımcı olmak için güneş enerjisini kullanmayı amaçlamaktadır (S. Stevanović, 2013). Termal olarak konforlu ve enerji açısından verimli alanlar yaratmak için güneş enerjisini kullanır ve böylece yenilenemeyen enerji kaynaklarına olan bağımlılık azaltılmış olur (Y. Elaouzy, A. E. Fadarv.d. 2024). Bina yönelimiyle, kışın güneş ısısı kazanımı en üst düzeye çıkar ve yazın en aza inerek mekanik ısıtma ve soğutma ihtiyacı azalmaktadır (H. Altan, vd. 2016.). Güneş kazancını maksimize etmek ve rüzgâr etkisinden yararlanmak amacıyla bina, genellikle güney yönüne yönelim sağlayacak şekilde yerleştirilir. Bölgesel iklime bağlı olarak açıklıkların ve cephe oranları cephelerde farklılaşmaktadır. Binanın yönelimiyle güneş ışığının en verimli alacak şekilde yapının kurgulanması gerekmektedir. Danubio Budapeşte Binası tasarımında da görüldüğü üzere pasif tasarımdaki bina konumundan sonraki ilk parametresi olan güneş verimliliği dikkate alınmıştır. Yapının cephe kurgusu, güneş verimliliği en fazla olacak şekilde yönelimi yapılmıştır (Şekil 2, a). Bu sayede binanın gün ışığını alma miktarı ve yapay ışık için gereken enerji ihtiyacı azalır ve binanın iç ısıtma yükü azalmış olur (R. Pacheco, v.d. 2012.).

Yapı Adı	Konumu	Yılı	Görsel	Kaynak
Danubio Binası (a)	Budapeşte	2022		(URL-5)
The Edge (b)	Amsterdam	2015		(URL-1) (URL-2) (URL-13)

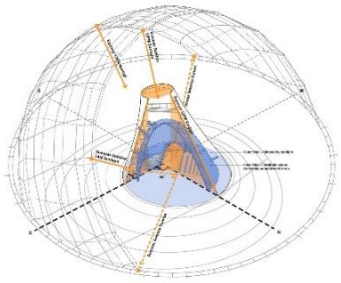
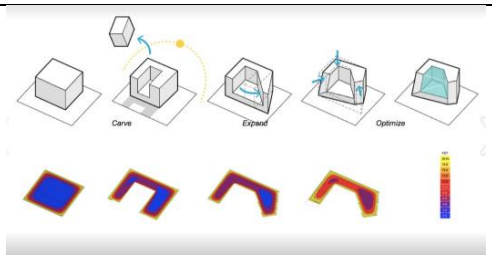
Şekil 2: Binanın Yönelimi Yaklaşımı

Akıllı yaklaşımda bina yönelimi ise, enerji simülasyon yazılımları aracılığıyla bina kütlesi ve açıklıkları en verimli yönelime göre optimize edilmektedir. Güneş takibi yapan dinamik gölgeleme sistemleri (örneğin elektro-kromatik camlar) ve otomatik yönelimli PV paneller kullanılarak enerji performansı sağlanmaktadır. Örneğin Amsterdam'daki The Edge binası, güneş kaynağından PV sistemler aracılığıyla yararlanmaktadır. Güneşin etkili olduğu güney cephesinde fotovoltaik paneller yerleştirilerek güneş enerjisinden yararlanmaktadır. Yapının cephesinde akıllı yaklaşımın yanı sıra cephenin bazı bölümlerinde şeffaf açıklıklar daha küçük

bırakılarak güneş etkisi azaltılmış ve atrium etrafında on beş kat boyunca çevrelenmiş doğal gün ışığını alan ofisler bulunmasıyla pasif yaklaşımda benimsenmiştir (Şekil 2, b).

3.3. Bina Formu

Binaların formu, enerji verimliliğini etkileyen bir diğer faktördür. Bina formu, bina yüksekliği ile coğrafi konumu arasındaki ilişkiyi yansıtır (K. S. Haseeb.v.d., 2023). Farklı iklim bölgelerinde yer alan yapıların bina formları birbirinden farklılık göstermektedir. Yine farklı iklim bölgelerindeki yapıların derinlik oranı ve yükseklik parametreleri de değişkenlik göstermektedir (A.S. Yasan, 2011.). İklim koşullarının dikkate alınarak inşa edilmiş yapı formunu oluşturduğu Çin'deki Güneş Kulesi örnek gösterilebilir (Şekil 4, a). Bu kulenin geometrisi, güneşin hareketiyle şekillendirilmiştir. Binanın dış kabuğunun kuzey kenarı; ekinokslardaki öğle güneş ışığına paralel, açık hava tiyatrosunun ekseni; yaz gündönümünde Zhifu Adası'nın üzerindeki gün doğumuna doğru işaret ederken, giriş tüneli kış gündönümünde gün batımıyla hizalanmaktadır. Çatının dairesel ana hatları, yaz gündönümünde öğle güneş ışığına dik bir düzlemde yer almaktadır (Şekil 3, a, URL-8).

Yapı Adı	Konumu	Yılı	Görsel	Kaynak
Sun Tower (a)	Çin	2024		(URL-8) (URL-12)
The Edge (b)	Amsterdam	2015		(URL-2)

Şekil 3: Binanın Formu Yaklaşımı

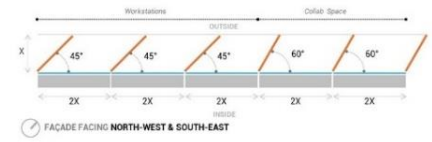
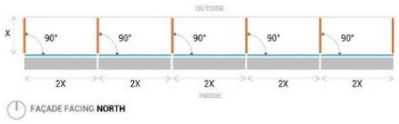
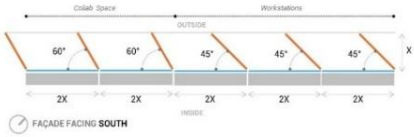
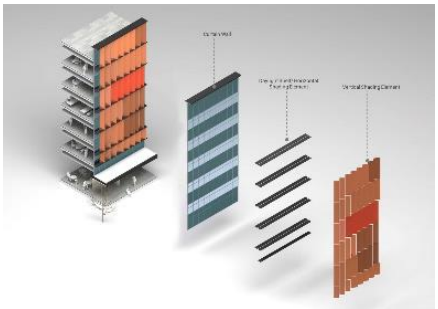
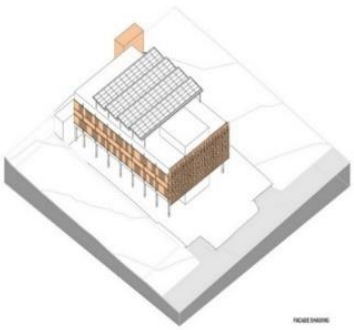
Akıllı yaklaşımda binanın formu, Artırılmış Gerçeklik (AR), Sanal Gerçeklik (VR), IoT kullanılarak sanal modelleri oluşturularak yapılabilmektedir. IoT sensörleri bu modellere gerçek zamanlı veri sağlayarak yapının simüle edilmesi sağlanmaktadır (N.L. Rane, 2023.). Amsterdam da inşa edilmiş The Edge yapısının formunda da bu yazılımdan yararlanılarak form

kurgusu oluşturulduğu görülmektedir (Şekil 3, b). Bu yapıda da kuzey cephesinde bırakılan atrium ile yapının bu cephesinde kalan ofislere doğal ışık sağlanarak pasif yaklaşımda sözkonusudur (Şekil3, b).

3.4.Bina Kabuğu

Bina kabuğu, konfor seviyesini karşılamak için doğal iklim ile sanal iklim arasında bir bariyer görevi görmektedir (H. Altan, v.d., 2016). Bina kabuğunun tasarımı sürecinde, mimari estetik ve yapısal performans dengesi gözetilerek, enerji verimliliğine katkı sağlamak amacıyla pasif ve aktif stratejiler kullanılmaktadır (M. Yaman,2020.) Bu stratejilerin amacı, gün ışığından yararlanılarak iyileştirilmesi, doğal havalandırmanın kolaylaştırılması, istenmeyen güneş ısısını engelleme, hava veya nemin yapı içine sızmasını önlemek ve yalıtım sayesinde ısı transferini azaltmaktır (J. Schniders v.d., 2015.).

2023 yılında Hindistan'da inşa edilmiş **Infosys Kampüsü**'nde mekân planlaması göz önüne alınarak bina kabuğu tasarlanmıştır. Yapının cephesinde yer alan dikey kanatlar, ışığın girişini düzenlemek için cephelerin tüm uzunluğu boyunca değişen açılarda stratejik olarak yönlendirme sağlanmaktadır. Yapı elemanının temel tonu turuncudur ve bir gradyan geliştirmek için toprak tonları eklenmiş, kanatçıkların rengi ve açısı; çalışma alanları, ayrılma alanları ve toplantı alanları için farklı olarak tasarlanmıştır. Kanatçıklar, çalışma alanları için 40 derecelik bir açı kullanılırken ara alanlarda ve toplantı alanlarında 60 derecelik bir açıya açılmıştır. Bu şekilde ara alanlarda ve toplantı alanlarında geniş manzaralar sunulmuştur (Şekil 5, a). Bir diğer taraftan bazı yapılarda bu sistemler kontrol edilebilir olarak tasarlanmaktadır. Kontrol edilebilir sistemlerle yapı kullanıcıları alanlarına girebilecek doğal ışık, ısı ve parlama miktarını ayarlama olanağı sağlamanın yanısıra cephe uzmanları ve modelleme yazılımlarıyla tasarlanmaktadır (Şekil 5, b; URL-9) **Santral Brattørkaia** yapısının kabuğunda eğimli, beşgen çatısı ve cephenin üst kısmı, yaklaşık 3.000 m^2 PV sistem ile kaplanmıştır. Bu paneller, yıl boyunca toplam 500.000 kWh'ye denk gelecek bir enerji üretmektedir (URL-11).

Yapı Adı	Konumu	Yılı	Görsel	Kaynak
Infosys Kampüsü, Morfogenez (a)	Hindistan	2023	   	(URL-3)
78 Corlett Drive Binası (b)	Afrika	2018	 	(URL-9)

Şekil 4: Bina Kabuğu Yaklaşımlar

3.5.Havalandırma

Doğal havalandırma, konfor havalandırması olarak da bilinir. Sıcak ve nemli iklimlerde, bu etki, dışarıdaki havanın sıcaklık ve nem koşulları içerideki havanın sıcaklık ve nem koşullarıyla aynı olsa bile, kullanıcıların konforunu önemli ölçüde artırmaktadır. Bu nedenle, yüksek nemin psikolojik etkisini en aza indirmek ve vücut ısısının taşınımla kaybını iyileştirmek için günlük havalandırma gereklidir. Doğal havalandırma, sıcak havanın daha soğuk hava ile değiştirilerek iç mekân hava sıcaklıklarının düşürülmesine, bina kütlesinden veya yapısından ısı birikiminin uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır (R. Aynsley,2014). Binalardaki pencereler, havalandırma boşlukları ve çatı pencereleri ile tasarlanması, havanın doğal akışına olanak tanıyarak mekanik havalandırma ihtiyacını azaltmaktadır. Havanın bir binaya zıt yönlerden girip çıktığı havalandırma yöntemlerinden olan çapraz havalandırma yöntemiyle ise, hava akışı ve soğutma en üst düzeye çıkarılabilmektedir (T. Olatunde, v.d. 2024.).

Yapı Adı	Konumu	Yılı	Görsel	Kaynak
Quito Yayınevi (a)	Ecuador	2014		(URL-4)
80 Charlotte Street (b)	Londra	2021		(URL-6)

Şekil 5: Havalandırma Yaklaşımı

Ecuador'da inşa edilmiş **Quito Yayınevi** yapısında oluşturulmuş atriumda (Şekil 5, a) da görüldüğü gibi bu alan yapının üst bölümlerine doğru havayı emen bir baca görevi görmektedir. Bu alandan aynı zamanda otoparka da hava akışı sağlanmaktadır. Atriumun zemininde yer alan

su ise, hava sirkülasyonu sağlamasının yanında yapıda soğutmayı da sağlamaktadır. Yapıdaki panjurların kanat şekli, ışığı kıracak ve havanın transferini hızlandıran sirkülasyonların oluşumunu uyaracak şekilde aerodinamik olarak yapılmıştır (Şekil 5, a; URL-3).

Havalandırma sistemi, akıllı yaklaşımda HVAC sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. HVAC sensörleri, enerji tüketimini optimize etme, iç mekan sıcaklarının korunması ve maliyetleri düşürmesine yardımcı olmaktadır. Bu sensörler sıcaklığı, nemi algılayabilir ve hava kalitesi değişikliklerini izleyebilmektedirler. Hava kalitesini ve ayarını aldığı bu verilerle sağlamaktadır. Örneğin bir mekanın boş olması durumunu algılayarak, sensörler enerji tasarrufu için sıcaklığı ayarlayabilmektedir. Bunun yanısıra dış hava koşullarını izleyebilir ve hava koşullarına göre ayarlama yapabilmektedir (P. Chaudhari, v.d. 2024). Akıllı yaklaşımın benimsendiği 80 Charlotte Street yapısının HVAC sisteminde, atriumlar ile temiz havayı yapı içerisine alıyor. Temiz hava alındıktan sonra yapı içerisinde cihazlar aracılığıyla mekânlara dağılmaktadır (Şekil 5, b; URL-6). Bu cihazların kullanımı, 1950'lerden itibaren mekanik havalandırma ve iklimlendirme amacıyla binalarda yaşanan aşırı ısı kazanımlarını telafi etmenin bir yolu olarak benimsenmeye başlamıştır (R. Aynsley,2014). Aynı şekilde 2013 yılında yapılmış **Santral Brattørkaia** yapısında, iç mekanlara temiz hava sağlayan havalandırma sistemindeki hava, düşük hızda zemine yakın bir yerden dışarı verilirken, tahliyesi merdiven boşluklarındaki bastırma ile merkeziyle gerçekleştirilmektedir. Binanın yapısal sistemi, tavandaki stratejik kesiklerden açığa çıkan termal kütleden (düşük emisyonlu beton) oluşmaktadır. Kütle, ısıyı ve soğuğu emer ve aynı zamanda ısıyı ve soğuğu tutarak elektrik kullanmadan binadaki sıcaklığı düzenlemeye yardımcı olmaktadır (URL-11).

4.TARTIŞMA

Pasif yaklaşım, enerji verimliliğini mimari tasarımın erken aşamalarında, yapının fiziksel ve mekânsal özellikleri üzerinden sağlamayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda konum, yönelim, bina formu, yapı kabuğu ve doğal havalandırma gibi temel tasarım parametreleri aracılığıyla enerji ihtiyacı minimize edilir. Enerji verimliliği bu aşamada, doğrudan tasarımcının tasarım kararlarıyla şekillenmekte; teknoloji kullanımından ziyade iklimsel ve çevresel veriler doğrultusunda geliştirilen mekânsal stratejilere dayanır.

Akıllı yaklaşım ise pasif tasarım ilkelerinin üzerine inşa edilen, dijital kontrol ve izleme sistemlerinin entegre edildiği ikinci bir aşamayı temsil eder. Bu sistemler, yapının enerji tüketimini gerçek zamanlı olarak takip edebilmekte; sensörler, kontrol birimleri ve yazılım tabanlı algoritmalar aracılığıyla sıcaklık, aydınlatma, havalandırma gibi iç mekân

parametrelerini otomatik biçimde yönetebilmektedir. Böylece enerji yönetimi, kullanıcı alışkanlıkları, çevresel veriler ve sistem performansına göre optimize edilir.

Otonom yaklaşım ise bu iki sürecin bütünleştiği, daha ileri bir enerji yönetimi modelidir. Bu aşamada yapı, yalnızca enerji kullanımını takip eden değil; aynı zamanda kendi verilerini analiz eden, bu verilere dayalı kararlar alabilen ve dış sistemlerle etkileşim kurabilen entegre teknolojik altyapılara sahiptir. Enerji depolama sistemleri ve yapay zekâ destekli yönetim algoritmaları sayesinde yapı, enerji açısından kendi kendine yetebilir duruma gelir. Aynı zamanda şebeke ile çift yönlü iletişim kurarak enerji talebini, üretim zamanını ve tüketim senaryolarını optimize edebilir.

Tasarım Parametresi	Pasif Yaklaşım (Endüstri 2.0–3.0)	Akıllı Yaklaşım (Geç Endüstri 3.0)	Otonom Yaklaşım (Endüstri 4.0)
Konum	İklimsel veriye dayalı arazi seçimi, geleneksel bilgi	GIS tabanlı analiz, internet destekli çevresel veri haritalama	IoT tabanlı çevresel sensörler, Big Data ile mikroklima analizi, dijital ikiz senaryoları
Yönelim	Güneşlenme ve rüzgar yönü	Güneş takip simülasyonları, dinamik BIPV (Photovoltaik) modellemeleri	Yapay zekâ ile gerçek zamanlı yönelim optimizasyonu, adaptif PV sistemleri, AR destekli karar
Form	Isı kaybını azaltan kompakt form	CAD/BIM destekli enerji analizli biçim optimizasyonu	Yapay zekâ destekli tasarım, parametrik form adaptasyonu, bulut tabanlı senaryo
Bina Kabuğu	Çift kabuk	Akıllı malzeme kullanımı (nanoteknoloji, elektro-kromatik camlar)	Kinetik cephe sistemleri, dijital ikiz ile termal performans takibi, AI destekli otomasyon
Havalandırma	Çapraz ve baca etkisiyle doğal havalandırma	CO_2 sensörlü pencere kontrolü, mekanik sistemlerle senaryo yönetimi	Otonom HVAC sistemleri, AI ile hava kalitesi optimizasyonu, Edge Computing ile karar kontrolü

Bu üç yaklaşım karşılaştırılacak olursa; enerji verimliliği hedefi doğrultusunda teknolojik gelişmelerin, mimari tasarımın temel ilkeleriyle nasıl ve ne şekilde bütünleştiğini göstermektedir. Pasif tasarım, bu bütünün zeminini oluştururken; akıllı sistemler bu zemini

destekleyen teknolojik kontrol katmanını, otonom sistemler ise tüm süreci yöneten ve kendi kendine karar alabilen bir yapı mantığını temsil etmektedir. Bu bütünlük, sürdürülebilir, adaptif ve enerji açısından duyarlı yapılarını şekillendirmede temel bir model sunmaktadır.

5.SONUÇ

Pasif yaklaşım, yapının doğayla kurduğu ilişkiyi mimari kararlara çeviren, doğal çevresel verilerden ilham alan enerji verimliliğini artırmayı hedefleyen bir tasarım temelidir. Tarih boyunca Endüstri 1.0 (1760-1840), Endüstri 2.0 (1840-1950), Endüstri 3.0 (1950-2011) ve Endüstri 4.0 (2011-…) dönemleriyle birlikte mimarlık alanında da dönüşümler gerçekleşmiştir. Bu dönemlerde sırasıyla pasif yaklaşımlar (Endüstri 1.0; Endüstri 2.0), akıllı yaklaşımlar ve otonom yaklaşımlar hâkim olmuştur.

Pasif tasarım stratejileri, doğal kaynak kullanımına dayalı, düşük teknolojili ve mekânsal zekâyla biçimlenen enerji verimli çözümler üreten ilk yaklaşımdır. Bu yaklaşım, enerji ihtiyacının tasarım kararıyla azaltıldığı ve doğayla uyumlu yapım ilkelerinin benimsendiği bir başlangıç noktasıdır.

Endüstri 3.0 ile birlikte, dijitalleşmenin yapı bileşenlerine entegre olmaya başlamasıyla akıllı sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Bu dönemde, sensörler, bina otomasyon sistemleri ve yazılım tabanlı veri yönetimi sayesinde pasif stratejiler ölçülebilir, izlenebilir ve dinamik biçimde kontrol edilebilir hâle gelmiştir. Böylece enerji yönetimi daha sistematikleşmiştir.

Günümüzde de halen devam eden Endüstri 4.0, sunduğu yapay zekâ, büyük veri, dijital ikiz, IoT ve otomatik karar sistemleri gibi teknolojilerle otonom yaklaşım mimari tasarımda yeni bir dönemi temsil etmektedir. Bu süreçte, yapıların sadece enerji tüketimini optimize etmesi değil; aynı zamanda enerji üretmesi, davranışlarını veri ile yönlendirmesi ve kendi çevresel kararlarını alması mümkün hâle gelmiştir.

Bu bağlamda çalışma, enerji verimliliği ekseninde ele alınan pasif–akıllı–otonom üçlemesini yalnızca ardışık bir gelişim değil; aynı zamanda bütüncül bir strateji olarak ilerlediği görülmektedir. Pasif yaklaşım hâlâ bu bütünün temel taşı olup, teknolojik katmanlarla desteklenerek çevre dostu ve sürdürülebilir yapılar üretmenin zeminini oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

A.Umana, B. M. P. Garba, Ab. Ologun, J. S. Olu and M. O. Umar, Architectural design for climate resilience: Adapting buildings to Nigeria's diverse climatic zones, World Journal of Advanced Research and Reviews, 2024, 23(03), 397–408.

A.S. Yasan (2011). Bina Tasarım Parametrelerinin Enerji Harcamalarına Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Altın, M. (2013). Bir sürdürülebilir mimarlık örneği: Otonom binalar-Dymaxion Evi. Ege Mimarlık, 83, 24-29.

Chaudhari, P.; Xiao, Y.;Cheng, M.M.-C.; Li, T. Fundamentals, Algorithms, and Technologies of Occupancy Detection for Smart Buildings Using IoT Sensors. Sensors 2024, 24, 2123. https://doi.org/ 10.3390/s24072123

Dikmen, Ç. B. (2011). Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi. Politeknik Dergisi, 14(2), 121-134.

E. J. Mba, Francis O. Okeke, Ajuluchukwu E. Igwe, Chinelo A. Ozigbo, Peter I. Oforji, Ikechukwu W. Ozigbo,Evolving trends and challenges in sustainable architectural design; a practice perspective,Heliyon, Volume 10, Issue 20,2024,e39400,ISSN 2405-8440,https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39400.

Franciskus Antonius Alijoyo,AI-powered deep learning for sustainable industry 4.0 and internet of things: Enhancing energy management in smart buildings,Alexandria Engineering Journal,Volume 104,2024,Pages 409-422,ISSN 1110-0168, https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.07.110.)

Johnny K.W. Wong, Heng Li,Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of intelligent building systems,Building and Environment,Volume 43, Issue 1,2008, Pages 108-125,ISSN 0360-1323,https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.11.019.

H. Altan, & Hajibandeh, Mona & Tabet Aoul, K.. (2016). Passive Design. 10.1007/978-3-319-31967-4_8.

Hall, S., Peterson, K., Gjestvang, K., & McGilton, B. (2024). *GIS Supported Optimal Site Selection for Coastal Structure Integrated Wave Energy Converters* (No. NREL/CP-5700-90299). National Renewable Energy Laboratory (NREL), Golden, CO (United States).

I. Yüksek., & T. T. Karadayi, (2017). Energy-efficient building design in the context of building life cycle. Energy efficient buildings, 10, 93-123.

J. Schnieders, Wolfgang Feist, Ludwig Rongen,Passive Houses for different climate, zones,Energy and Buildings,Volume 105,2015,Pages 71-87,ISSN 0378-7788, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.07.032.

Luis Pérez-Lombard, José Ortiz, Christine Pout,A, review on buildings energy consumption information,Energy and Buildings,Volume 40, Issue 3,2008,Pages 394-398,ISSN 0378-7788,https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.03.007.

Mark Kyeredey Ansah, Xi Chen, Hongxing Yang,A holistic environmental and economic design optimization of low carbon buildings considering climate change and confounding factors,Science of The Total Environment, Volume 821,2022,153442,ISSN 0048-9697, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153442.

Nitin Liladhar Rane, Integrating Leading-Edge Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), and Big Data Technologies for Smart and Sustainable Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry: Challenges and Future Directions, Int.J.Data.Sci. & Big Data Anal. 3(2) (2023) 73-95

Peiyao Li,Application of smart home system in building thermal optimization simulation: A low-carbon building design scheme,Thermal Science and Engineering Progress,Volume 59,2025,103280,ISSN 2451-9049, https://doi.org/10.1016/j.tsep.2025.103280.

R. Aynsley, (2014). Natural Ventilation in Passive Design. Environment Design Guide, 1–16. http://www.jstor.org/stable/26151921

R. Elghamry, & N. Azmy, (2017). Buildings orientation and it's impact on the energy consumption. Proc., Al Azhar 14th Int. Con.(AEIC) on Engineering, Architecture and Technology, 36-48.

R. Pacheco, J. Ordóñez, G. Martínez,Energy efficient design of building: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews,Volume 16, Issue 6,2012,Pages 3559-3573,ISSN 1364-0321,https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.03.045.

S. Stevanović,Optimization of passive solar design strategies: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews,Volume 25,2013,Pages 177-196, ISSN 1364-0321,https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.028.

Totonchi, Ahmed. (2018). Smart Buildings Based On Internet Of Things: A Systematic Review. 10.6084/m9.figshare.19335590.
T. Olatunde, & A. Okwandu, & D. Akande, & Z. Sikhakhane, (2024). Energy efficiency in architecture: Strategies and technologies. Open Access Research Journal of Multidisciplinary Studies. 7. 031-041. 10.53022/oarjms.2024.7.2.0024.
Taiwo Ale. Smart Buildings: Pioneering Solutions for Climate Change Mitigation, 16 October 2024, PREPRINT (Version 2) available at Research Square [https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4506185/v2]
U. Teoman Aksoy, Mustafa Inalli, Impacts of some building passive design parameters on heating demand for a cold region,Building and Environment,Volume 41, Issue 12, 2006, Pages 1742-1754,ISSN 0360-1323, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.07.011.
Yaman, M., (2020). Evaluation of Passive Fire Safety Precautions in Sustainable Architecture: Turkey's Regulation on Fire Protection Analysis. *Contemporary Issues in Architecture Ecology, Urban Environment, Experience* (pp.90-113), İstanbul: DAKAM Publishing.
Ya Hong Dong, S. Thomas Ng,A life cycle assessment model for evaluating the environmental impacts of building construction in Hong Kong,Building and Environment,Volume 89,2015,Pages 183-191,ISSN 0360-1323,https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.020.
Y. Elaouzy, A. El Fadar, O.B. Achkari,Building-integrated passive and renewable solar technologies: A review from 3E perspectives,Sustainable Energy Technologies and Assessments,Volume 72,2024,104079,ISSN 2213-1388, https://doi.org/10.1016/j.seta.2024.104079.
Yilmaz, Z. (2006). Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji. Tesisat Mühendisliği Dergisi,(91), 7, 15.

INTERNET KAYNAKLARI
URL-1, https://edge.tech/buildings/the-edge, Erişim T.:06.01.2025.
URL-2,https://www.archdaily.com/785967/the-edge-plp-architecture Erişim T.17.11.2024.
URL-3,https://www.archdaily.com/1024179/infosys-campus-morphogenesis/6748fef5a36f6233c0a6e720-infosys-campus-morphogenesis-concept-development?next_project=no ,Erişim T.: 06.01.2025.
URL-4,https://www.archdaily.com/799556/quito-publishing-house-estudio-a0?ad_source=search&ad_medium=projects_tab, Erişim T. : 06.01.2025.
URL-5,https://www.archdaily.com/1003582/danubio-budapest-building-t-architects?ad_source=search&ad_medium=projects_tab , Erişim T.: 07.01.2025.
URL-6,https://www.archdaily.com/959294/80-charlotte-street-make-architects?ad_source=search&ad_medium=projects_tab , Erişim T.: 07.01.2025.
URL-7,https://www.archdaily.com/990451/radisson-collection-resort-archi-union-architects?ad_source=search&ad_medium=projects_tab, Erişim T.:17.04.2025.
URL-8,https://www.archdaily.com/1023114/sun-tower-open-architecture?ad_source=search&ad_medium=projects_tab, Erişim T.: 12.01.2025.
URL-9,https://www.archdaily.com/919164/78-corlett-drive-building-daffonchio-and-associates, Erişim T.: 12.01.2025.
URL-10,https://www.archdaily.com/935777/cube-berlin-smart-office-building-3xn?ad_source=search&ad_medium=projects_tab, Erişim T.: 12.01.2025.
URL-11,https://www.archdaily.com/924325/powerhouse-brattorkaia-snohetta/5d70d788284dd1d14a00035e-powerhouse-brattorkaia-snohetta-photo?next_project=no, Erişim T.: 12.01.2025.
URL-12, https://www.arkitera.com/haber/mimarlik/gunesin-yolunu-takip-eden-bina-sun-tower/ , Erişim T.: 12.01.2025.
URL-13, https://edge.tech/buildings/the-edge, Erişim T.: 12.01.2025.

THE IMPACT OF QUALITY GROWTH ON INFLATION IN TURKİYE (1990-2019)

Mücahit ÜLGER
Kırşehir Ahi Evran University, Mucur Vocational School, Department of Finance Banking and Insurance, Kırşehir
ORCID: 0000-0003-0300-099X
Mert TOPCU
Alanya Alaaddin Keykubat University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Department of Economics, Antalya
ORCID: 0000-0001-8236-9810

ABSTRACT

This study discovers the role of quality growth on inflation in Turkiye over the period 1990-2019. Empirical results reveal that economic growth does not affect inflation, regardless of the unemployment level. However, we find that an increase in quality growth decreases inflation during low unemployment episodes, whereas it turns out to be insignificant for higher unemployment episodes. These findings suggest that macroeconomic stability is better supported not merely by higher income but by the composition and quality of growth. Accordingly, economic policies aiming to reduce inflation should prioritize structural improvements in education, health, and productivity, which underpin quality growth and enhance the economy's supply-side capacity—particularly under favorable labor market conditions.

Keywords: Quality growth, economic growth, inflation, unemployment, Turkiye

TÜRKİYE'DE KALİTELİ BÜYÜMENİN ENFLASYON ÜZERİNDEKİ ETKİSİ (1990-2019)

ÖZET

Bu çalışma, 1990-2019 döneminde Türkiye'de kaliteli büyümenin enflasyon üzerindeki rolünü araştırmaktadır. Ampirik sonuçlar, işsizlik seviyesinden bağımsız olarak ekonomik büyümenin enflasyonu etkilemediğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, kalite büyümesindeki artışın düşük işsizlik dönemlerinde enflasyonu düşürdüğünü, yüksek işsizlik dönemlerinde ise önemsiz olduğu bulunmuştur. Bu bulgular makroekonomik istikrarın sadece yüksek gelirle değil, büyümenin kompozisyonu ve kalitesiyle daha iyi desteklendiğini göstermektedir. Buna göre, enflasyonu düşürmeyi amaçlayan ekonomi politikaları, kaliteli büyümeyi destekleyen ve ekonominin arz yönlü kapasitesini artıran eğitim, sağlık ve verimlilik alanlarındaki yapısal iyileştirmelere -özellikle de uygun işgücü piyasası koşullarında- öncelik vermelidir.

Anahtar Kelimeler: Kaliteli büyüme, ekonomik büyüme, enflasyon, işsizlik, Türkiye

1. INTRODUCTION

The relationship between inflation and economic growth has been at the center of macroeconomic research for many years, both theoretically and empirically. Inflation is a fundamental macroeconomic variable that directly affects the financial system and therefore economic growth through its effects on price stability (Mandeya & Ho, 2021). Therefore, keeping inflation under control is of critical importance in ensuring sustainable growth. Indeed, one of the main goals for macroeconomic policymakers is to keep inflation at a low and stable level while encouraging economic growth (Baharumshah et al., 2016). However, the direction and intensity of this relationship may vary depending on the structural characteristics of countries and the nature of growth. In this context, considering not only the quantitative but also the qualitative dimensions of economic growth is important in order to analyze the relationship between inflation and economic growth more accurately.

Traditional economic growth indicators generally focus only on the amount of growth and do not provide sufficient information about the nature of growth. However, in line with the Sustainable Development Goals (SDGs), it is of great importance that growth is not only quantitatively high, but also permanent, inclusive and produces results that benefit society. In this context, the study proposes a new concept called "quality of growth" that takes into account not only the quantitative dimension of economic growth, but also its effects on sustainability, inclusiveness, and social welfare. The concept of quality growth is defined as a form of growth that aims to achieve socially desirable results such as increasing productivity, contributing to poverty reduction, and improving living standards, in addition to a strong, stable, and sustainable economic performance (Mlachila et al., 2017).

Given the importance of the quality of growth in macroeconomics, the goal of this paper is to investigate the impact of quality growth on inflation in Turkiye over the period 1990-2019.

This study contributes to the literature in two main ways. First, it develops a new perspective that questions the economic growth-inflation relationship by examining the effect of quality growth on inflation. Second, through the quality growth index used in the study, a more comprehensive analysis framework reflecting the multidimensional structure of macroeconomic indicators is presented, and alternative assessments are suggested for policymakers.

The rest of the study is structured as follows: Section 2 provides a comprehensive literature review. Section 3 defines the construction of the quality growth. Section 4 presents the data,

the methodological approach, and the findings. The final section gives general conclusions and policy discussions based on the findings.

2. LITERATURE REVIEW

There are many studies in the literature examining the relationship between economic growth and inflation. In order to evaluate these studies more systematically and to reveal the gaps in the literature more clearly, firstly, the studies that detected a negative relationship between the variables in question are discussed. Then, the studies that claimed a positive relationship between economic growth and inflation are evaluated. Finally, empirical findings providing both positive and negative impacts are reviewed in the case of Turkiye, as a major focus of this study.

The relationship between economic growth and inflation has been one of the fundamental issues debated in the literature for a long time. The direction and nature of this relationship may vary depending on the economic structure of countries, the policies implemented, and periodic conditions. Uncontrolled increases in inflation can threaten price stability, negatively affect the investment environment, and become a factor limiting growth in the long run. In this context, many empirical studies have shown that inflation has a statistically significant and negative effect on economic growth, especially in developing countries. For example, Saaed (2007) uses time series data for the period 1985-2005 to show a significant and negative relationship between inflation and economic growth in the long run in Kuwait. Similarly, Ayyoub et al. (2011) examine the data between the years 1972-73 and 2009-10 and found that high inflation negatively affected economic growth in Pakistan. Enu et al. (2013) test the effect of inflation on growth using correlation analysis and simple regression over to period 1980-2012 and stated a strong and negative relationship in Ghana. Majumder (2016) reveals a long-term positive relationship between inflation and economic growth based on VECM analysis over the period 1975-2013 in Bangladesh. Similarly, Enejoh and Tsauni (2017) show that inflation positively affected growth in both the short and long term with ARDL-based cointegration analysis over the period 1970-2016 in Nigeria. Ijaz (2021) finds a strong and significant positive relationship between economic growth and inflation suggested by the results of the Engel-Granger cointegration test over the period 1990-2015 in Pakistan.

However, Kibria et al. (2014) analyze the effects of inflation on economic growth in Pakistan over the period 1980-2013 and report a negative effect of inflation. Hossin (2015) shows that inflation negatively affected growth in the long term by using cointegration tests and error correction model in Bangladesh for the period 1961-2013. In the same vein, Madurapperuma

(2016) finds that there was a negative and statistically significant long-term relationship between inflation and economic growth in Sri Lanka over the period 1988-2015. Muhammad and Saleem (2018), looking from a broader geographical perspective, find that the effect of inflation on economic growth is generally negative and significant in the case of five Asian countries (Bangladesh, Iran, Indonesia, Malaysia, and Pakistan) using both individual country-based regression techniques and panel data methods. Note that this strand of the literature shows that high and unstable inflation rates, especially in developing countries, can negatively affect growth dynamics.

Various empirical studies conducted specifically for Turkiye have reached similar conclusions regarding the direction and magnitude of the relationship between inflation and economic growth. The findings that particularly high and fluctuating inflation rates negatively affect economic growth are noteworthy. Over the period 1987-2002, Karaca (2003) reports a one-way Granger causality relationship from inflation to growth and inflation has a negative effect on growth based on regression analysis. Similarly, over the period 1988:Q1-2007:Q4, Karaçor et al. (2011), find a negative relationship between inflation and economic growth in both the short and long term. In the same vein, Yapraklı (2017), finds that inflation has a negative effect on economic growth in the long term using the error correction model for the period 1987:Q1-2007:Q1. Toker and Gürel (2019), on the other hand, show that the effect of inflation on economic growth is negative using the ARDL bounds test method for the period 1980-2016. Within the framework of FMOLS, CCR, DOLS and error correction model over the period 1988-2019, Kopuk (2020) finds that inflation reduced economic growth both in short- and long-term.

There is only limited number of study that reports a positive impact of inflation to the best our knowledge. Aidaros (2023) shows that inflation has a positive and significant effect on economic growth in the long term in Turkiye using the ARDL bounds test method for the period 1990-2022.

These studies reveal that inflation in Turkiye can have structural and permanent negative effects on economic growth and that price stability is an indispensable element in terms of economic growth policies. Therefore, analyzing the relationship between inflation and economic growth in more depth and addressing the nature of this relationship, together with the determining factors, is important for the sustainability of Turkiye's macroeconomic stability.

3. CONSTRUCTION OF QUALITY GROWTH INDEX

We follow the Quality of Growth Index (QGI) proposed by Mlachila et al. (2017) is used to construct the QGI. This QGI comprehensively evaluates both the internal nature and social dimensions of economic growth. For this purpose, the QGI is a composite index formed by bringing together the foundations of quality growth and the social dimension of quality growth. The foundations of quality growth are obtained from four variables: the power of growth, the stability of growth, the diversification of growth sources and the outward orientation of growth. The social dimension of quality growth is formed by the variables of education and health.

As a result, the QGI is a comprehensive measurement tool that evaluates economic growth not only as a quantitative increase but also as a multidimensional process that increases social welfare and strengthens the economic structure. Therefore, the index in question provides an important analytical framework for analyzing and comparing the quality of growth policies in all economies, especially in developing countries.

Quality Growth Index is structured on the basis of Weighting Approach. The index consists of two main dimensions:

1. Foundations of Quality Growth (α)
2. Social Dimension of Quality Growth (β)

Each main dimension was divided into sub-components, and these sub-components were given equal weights. Accordingly:

Foundations of Quality Growth (α), consists of four sub-components, each with a weight of 25%:

- $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \gamma_4 = 0{,}25$

Social Dimension of Quality Growth (β), consists of two subcomponents, each with a weight of 50%:

- $\delta_1 = \delta_2 = 0{,}50$

Notice that the health indicator was calculated by giving equal weight (50%) to each of the inverse of the infant mortality rate and life expectancy at birth in the construction of the health dimension. Then the health dimension was combined with the education dimension, considering equal weights (50%-50%) to construct the Social Dimension of Quality Growth.

Finally, the following two dimensions are given equal weight to obtain the QGI:

- α = %50
- β = %50

4. DATA, METHODOLOGY, AND FINDINGS

Following the growing previous literature (see, for example: Durguti et al., 2021; Kostov, 2017; Mallik & Chowdhury, 2001; among others), this study describes inflation as a function of growth:

Annual data on inflation, growth, and quality growth were obtained over the period 1990-2019.

inflation = f (growth) (1)

inflation = f (quality growth) (2)

Given the motivation that the impact of economic activity on inflation could vary by the levels of unemployment, the empirical model is based on a threshold regression. To this end, we use a time-series version of Hansen (1999)'s threshold model as described below:

$$inflation_t = \alpha_0 + \alpha_1 growth_t I(X_t \leq \lambda) + \alpha_2 growth_t I(U_t > \lambda) + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$inflation_t = \beta_0 + \beta_1 quality_growth_t I(X_t \leq \lambda) + \beta_2 quality_growth_t I(U_t > \lambda) + \varepsilon_t \quad (4)$$

where $I(\cdot)$ is the indicator function. The observations are divided into two regimes in both equations (3-4) depending on whether the threshold variable U_t (unemployment) is smaller or larger than the threshold λ.

The variables and data sources used in the study can be summarised as follows: Inflation is measured using the consumer price index (CPI) and growth is defined as the annual growth rate of real GDP per capita. Inflation and growth data were obtained from the World Bank's World Development Indicators (WDI) database, while unemployment rate data were obtained from the Turkish Statistical Institute (TurkStat) database. The Quality Growth Index, which is used as the main independent variable in the study, is constructed by following Mlachila et al. (2017).

Table 1. Unit root results

Variables	DF-GLS
inflation	I(1)
growth	I(1)
quality growth	I(1)

Note: Integration results are reported. Tests include a constant.The maximum lag length was set to 3 using the modified Akaike Information Criterion, considering the correction by Perron and Qu (2007).

Granger and Newbold (1974) assert that regressions with nonstationary variables would lead to inaccurate results (so-called spurious regression problem). Therefore, we utilize the DF-GLS unit root test proposed by Elliott et al. (1992) before proceeding to the estimation procedure. Given the test results reported in Table 1, the null of the unit root can be rejected for all variables once in their first differences, indicating that all variables are integrated of I(1).

Table 2. Regression results

Parameters	Equation 3	Equation 4
α_0	8,115 (1,425)***	
α_1	0,677 (2,197)	
α_2	-3,115 (4,170)	
β_0		9,007 (1,616)***
β_1		-110,565 (62,855)*
β_2		16,022 (42,697)
λ	10,3	9,2

Note: White-corrected standard errors are in parentheses. *** and * indicate significance at 1% and 10% levels, respectively.

The threshold regression results, illustrated in Table 2, indicate that growth does not affect inflation, regardless of the unemployment level. This finding challenges the basic Phillips Curve intuition, which traditionally expects lower unemployment and higher output to push inflation upward. However, we do find that an increase in quality growth decreases inflation during low unemployment episodes. This implies that when the labor market is tight, improvements in productivity or higher-quality supply-side growth help offset inflationary pressures. In other words, better growth in terms of efficiency or innovation enables the economy to produce more without overheating, thus dampening inflation despite strong labor demand. On the other hand, the significant effect of the quality growth on inflation turns out to be insignificant for higher unemployment episodes. This may reflect that in slack labor markets, the inflationary pressures are already muted, and productivity improvements—while beneficial—do not play a visible role in altering the price dynamics. The economy might already be under capacity, so further quality improvements do not translate into observable price changes.

5. POLICY DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

This study investigates the impact of quality growth on inflation in Turkiye over the period 1990-2019 and compares the results with those using GDP growth. Empirical results show that an increase in GDP growth does not affect inflation, regardless of the unemployment level. On the other hand, we document that an increase in quality growth decreases inflation during low unemployment episodes.

The results of this study offer important insights for macroeconomic policymaking in Turkiye by emphasizing that not all growth contributes equally to macroeconomic stability. The finding that conventional GDP growth does not significantly influence inflation, regardless of labor market tightness, while quality growth reduces inflation during low-unemployment episodes, suggests that the composition and structure of growth matter more than its pace in shaping inflation outcomes.

The threshold values presented in Table 2 let us infer that the period when an increase in quality growth decreases inflation is over the period 2002-2019 (with the exception of 2012), which corresponds to a timeline when a structural shift in Turkiye's policy environment followed the 2001 crisis. In this period, growth was not only more stable and externally oriented but was also increasingly supported by improvements in human capital and public service delivery, particularly in health and education. These shifts reflect the very essence of what quality growth aims to capture: a transformation where output expansion is underpinned by resilience, inclusiveness, and long-term developmental priorities. Such a setting allowed supply-side improvements to more effectively absorb inflationary pressures, especially when unemployment was low and capacity utilization was high.

By contrast, the lack of a statistically significant inflation response to quality growth during the pre-2002 period reflects the limits of structural progress in an unstable and fragmented macroeconomic environment. It suggests that the benefits of quality growth—while conceptually robust—require a supportive institutional and labor market context to translate into price stability. During high-unemployment episodes, the economy likely suffers from underutilized capacity and weak transmission mechanisms, rendering even high-quality growth unable to affect inflation dynamics.

For policymakers, this means that the inflation-moderating effect of growth depends not on expanding GDP per se, but on the ability to foster a structurally sound and socially inclusive growth path. Investments in productivity-enhancing sectors, diversification of production and exports, macroeconomic resilience, and improvements in education and health are not just long-

term development goals; they are also tools for maintaining price stability in a dynamic labor market. Particularly in environments where unemployment is low and inflation risks are more acute, policies that enhance the quality dimension of growth can act as a structural buffer against overheating.

In sum, this study calls for a reframing of macroeconomic policy in Turkiye. Rather than treating growth and inflation as outcomes of independent policy spheres, a more integrated view is necessary—one that sees the quality of growth as a bridge between economic expansion and inflation control. This approach would allow policymakers to design more targeted and sustainable anti-inflation strategies, especially in emerging market contexts where structural constraints and developmental gaps coexist with cyclical vulnerabilities.

REFERENCES

Aidaros, A. A. H. (2023). *The impact of inflation on economic growth–The case of Turkey* İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Ayyoub, M., Chaudhry, I. S., & Farooq, F. (2011). Does inflation affect economic growth? The case of Pakistan. *Pakistan Journal of social sciences*, *31*(1), 51-64.

Baharumshah, A. Z., Slesman, L., & Wohar, M. E. (2016). Inflation, inflation uncertainty, and economic growth in emerging and developing countries: Panel data evidence. *Economic Systems*, *40*(4), 638-657.

Durguti, E., Tmava, Q., Demiri-Kunoviku, F., & Krasniqi, E. (2021). Panel estimating effects of macroeconomic determinants on inflation: Evidence of Western Balkan. *Cogent Economics & Finance*, *9*(1), 1942601.

Elliott, G., Rothenberg, T. J., & Stock, J. H. (1992). Efficient tests for an autoregressive unit root. *64*(4), 813-836.

Enejoh, S. Y., & Tsauni, A. M. (2017). An analytical study of the impact of inflation on economic growth in Nigeria (1970-2016). *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, *7*(4), 110-120.

Enu, P., Attah-Obeng, P., & Hagan, E. (2013). The relationship between GDP growth rate and inflationary rate in Ghana: an elementary statistical approach. *Academic Research International*, *4*(5), 310-318.

Granger, C. W., & Newbold, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of econometrics*, *2*(2), 111-120.

Hansen, B. E. (1999). Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference. *Journal of econometrics*, *93*(2), 345-368.

Hossin, M. S. (2015). The relationship between inflation and economic growth of Bangladesh: An empirical analysis from 1961 to 2013. *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, *3*(5), 426-434.

Ijaz, U. (2021). Impact of inflation on economic growth in Pakistan. *Economic Consultant*(2 (34)), 33-41.

Karaca, O. (2003). Türkiye'de enflasyon-büyüme ilişkisi: zaman serisi analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, *4*(2), 247-255.

Karaçor, Z., Özer, H., & Saraç, T. B. (2011). Enflasyon ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye ekonomisi üzerine ekonometrik bir uygulama (1988-2007). *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *4*(2), 29-44.

Kibria, U., Arshad, M. U., Kamran, M., Mehmood, Y., Imdad, S., & Sajid, M. (2014). Exploring the impact of macro economic variables on GDP growth of Pakistan. *Research Journal of Management Sciences*, *2319*, 1171.

Kopuk, E. (2020). İşsizlik ve enflasyonun ekonomik büyüme üzerine etkisi: 1988-2019 dönemi Türkiye incelemesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 11-22.

Kostov, L. (2017). The impact of economic growth on inflation and unemployment in Bulgaria, 2006-2016. *SEER: Journal for Labour and Social Affairs in Eastern Europe*, 85-99.

Madurapperuma, W. (2016). Impact of inflation on economic growth in Sri Lanka. *Journal of World Economic Research*, *5*(1), 1-7.

Majumder, S. C. (2016). Inflation and its impacts on economic growth of Bangladesh. *American Journal of Marketing Research*, *2*(1), 17-26.

Mallik, G., & Chowdhury, A. (2001). Inflation and economic growth: evidence from four south Asian countries. *Asia-Pacific development journal*, *8*(1), 123-135.

Mandeya, S. M. T., & Ho, S.-Y. (2021). Inflation, inflation uncertainty and the economic growth nexus: An impact study of South Africa. *MethodsX*, *8*, 101501.

Mlachila, M., Tapsoba, R., & Tapsoba, S. J. (2017). A quality of growth index for developing countries: A proposal. *Social Indicators Research*, *134*, 675-710.

Muhammad, A., & Saleem, K. (2018). Inflation and the economic growth: evidence from Five Asian Countries. *Pakistan Journal of Applied Economics*, *28*(2), 235-252.

Perron, P., & Qu, Z. (2007). A simple modification to improve the finite sample properties of Ng and Perron's unit root tests. *Economics letters*, *94*(1), 12-19.

Saaed, A. A. (2007). Inflation and economic growth in Kuwait: 1985-2005-Evidence from co-integration and error correction model. *Applied Econometrics and International Development*, *7*(1).

Toker, K., & Gürel, S. P. (2019). Enflasyon-ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye ekonomisinde Mundell-Tobin etkisinin analizi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(36), 335-348.

Yapraklı, S. (2017). Enflasyon ve ekonomik büyüme arasindaki ilişki: Türkiye için eş-bütünleşme ve nedensellik analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *10*(2), 287-301.

GLOBALIZATION AND ECONOMIC COMPLEXITY: EVIDENCE FROM BRICS COUNTRIES

Mücahit ÜLGER
Kırşehir Ahi Evran University, Mucur Vocational School, Department of Finance Banking and Insurance, Kırşehir
ORCID: 0000-0003-0300-099X
Ebru TOPCU
Alanya Alaaddin Keykubat University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Department of International Trade, Antalya
ORCID: 0000-0003-3572-7552

ABSTRACT

Economic complexity is recognized as an important structural indicator that reflects the diversity and knowledge intensity of a country's productive capacity. Although there is a substantial body of literature examining the effects of factors such as economic growth, environmental degradation, income inequality, and technological development on economic complexity, studies specifically addressing the role of economic globalization on economic complexity, particularly in the context of developing economies, remain relatively limited. In this context, the aim of the study is to examine the impact of economic globalization on economic complexity in BRICS countries for the period 1998–2020. The findings obtained from the Driscoll-Kraay estimator reveal that both variables have a significant and positive effect on economic complexity. Specifically, a one-unit increase in foreign direct investment leads to a 0,019-unit rise in economic complexity, while a one-unit increase in economic globalization raises the level of economic complexity by 0,037 units. These results indicate that foreign direct investment and economic globalization contribute to the development of more sophisticated and diversified productive capacities in BRICS countries by enhancing the sophistication of their production structures.

Keywords: Globalization, economic complexity, BRICS countries, emerging economies.

KÜRESELLEŞME VE EKONOMİK KOMPLEKSİTE: BRICS ÜLKELERİNDEN KANITLAR

ÖZET

Ekonomik kompleksite, bir ülkenin üretim kapasitesinin çeşitliliğini ve bilgi yoğunluğunu ortaya koyan önemli bir yapısal gösterge olarak kabul edilmektedir. Literatürde ekonomik büyüme, çevresel bozulma, gelir eşitsizliği, teknolojik gelişme gibi unsurların ekonomik kompleksite üzerindeki etkisini ele alan çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte ekonomik küreselleşmenin ekonomik kompleksite üzerindeki rolünü özellikle gelişmekte olan ekonomiler bağlamında ele alan çalışma sayısı nispi olarak azdır. Bu bağlamda çalışmanın amacı, 1998-

2020 dönemi için BRICS ülkelerinde ekonomik küreselleşmenin ekonomik kompleksite üzerindeki etkisini incelemektedir. Driscoll-Kraay tahmincisinden elde edilen bulgular, her iki değişkenin de ekonomik kompleksite üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen bir birimlik artış, ekonomik kompleksitede 0,019 birimlik bir artışa yol açarken; ekonomik küreselleşmedeki bir birimlik artış, ekonomik kompleksite düzeyini 0,037 birim artırmaktadır. Bu sonuçlar, dooğrudan yabancı yatırımların ve ekonomik küreselleşmenin, BRICS ülkelerinde üretim yapısının sofistikeliğini artırarak daha karmaşık ve çeşitlendirilmiş ekonomik kapasitelerin gelişimine katkı sağladığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Küreselleşme, ekonomik kompleksite, BRICS ülkeleri, gelişmekte olan ekonomiler

1. INTRODUCTION

Economic complexity has become a significant indicator for assessing the underlying capabilities of nations as embedded in the structure of their economic production. These capabilities—encompassing physical and human capital, institutional frameworks, and organizational competencies—are manifested in a country's capacity to produce and export complex and sophisticated products (Mishraa, Tewari & Toosi, 2020). Certain activities arising from the division of labor, including property rights, regulatory frameworks, infrastructure, and specialized labor skills, are inherently nontradable and cannot be acquired through importation. As a result, nations must develop these capabilities domestically to maintain their production processes. Therefore, the foundation of national productivity lies in the variety and quality of these nontradable capabilities. Consequently, disparities in income levels among countries can be linked to differences in economic complexity, which is shaped by the range of capabilities available within a nation and the effectiveness of its interactions (Hidalgo & Hausman, 2009). Economic complexity must be understood not as a standalone occurrence but as a phenomenon increasingly influenced by the dynamics of economic globalization. Supported by the growth of international trade in goods and services, the movement of capital across borders, and the quick spread of technology, this globalization is the growing interconnection of national economies. Such changes show the close integration of world markets and suggest an unchangeable path of economic evolution in the twenty-first century (Shangquan, 2000).

The fast spread of globalization has created several fresh possibilities as well as difficult problems for countries all around. Trade openness—especially in relation to its influence on the change of manufacturing structures and processes—is one facet of globalization that has

drawn significant attention; a phenomenon sometimes known as the composition effect (Nan et al., 2022). Economic transformation in the modern world is mostly driven by the fast flow of information and technology across national boundaries. Increased connectivity helps to create economic complexity by allowing countries to include innovative technologies and ideas into their manufacturing processes, therefore generating sophisticated products and complicated services (Shahabadi, Omidi, & Alikaramzadeh, 2025).

Given this background, investigating the link between economic globalization and economic complexity inside the BRICS nations is a relevant and crucial field of study. Although a large body of work has looked at how economic complexity affects results like economic growth, environmental deterioration, and income inequality, the particular interactions between globalization and complexity have been underexplored. The BRICS nations—Brazil, Russia, India, China, and South Africa—especially fit this disparity. Diverse emerging markets characterized by fast technological progress, varying degrees of employment, and different phases of economic development and governance evolution, the BRICS nations form a varied group (Saba & Ngepah, 2024). Although the BRICS nations have some common benefits, every one has unique financial strengths. While India has grown into a significant worldwide service provider, China has positioned itself as a top global source of manufactured products. Major exporters of raw materials essential to the industrialization processes of both China and India are Brazil and Russia. The development of oil and gas pipelines between Russia and China exemplifies their commitment to collaborative projects that yield mutual benefits. South Africa, with its diversified economy, is considered a relatively low-risk investment destination within the African continent. Moreover, intra-BRICS trade has been steadily increasing, reflecting deepening economic interdependence among the member states (Lowe, 2016). Furthermore, given the strategic importance of BRICS in the global economic landscape, investigating this relationship may help illuminate broader patterns of structural transformation and capability accumulation in emerging economies.

In line with these considerations, the main objective of this study is to examine the impact of economic globalization on economic complexity in BRICS countries for the period 1998–2000. Following the introduction, the second section of the study presents a review of the relevant literature. The third section discusses the model and dataset, while the fourth section focuses on the methodology and findings.

2. LITERATURE REVIEW

Although studies examining the relationship between economic complexity and globalization are limited, the direction and dimensions of this relationship have been explored in detail using different country samples and methodologies. For instance, in a study conducted by Can (2016), the relationship between economic complexity and economic globalization was analyzed using data from South Korea for the period 1970–2012. The Fully Modified Ordinary Least Squares (FMOLS) method was employed to examine both long- and short-term relationships. The results indicated that economic globalization has a positive effect on economic complexity. Moreover, the negative and statistically significant error correction term obtained from the error correction model supported the existence of a return to long-run equilibrium.

In a study focused on Turkey, Kurt (2018) examined the relationship between economic complexity and the dimensions of economic, social, and political globalization using data from 1974 to 2015. The study employed DOLS, FMOLS, and CCR models. The findings revealed statistically significant relationships between economic complexity and all dimensions of globalization. However, the impact of different dimensions of globalization on economic complexity varies. Political globalization has a negative impact on economic complexity, whereas economic and social globalization positively contribute to economic complexity.

Nathaniel (2021) selected six ASEAN member countries (the Philippines, Indonesia, Singapore, Malaysia, Thailand, and Vietnam) as the sample and used annual data from 1990 to 2016. The Dumitrescu-Hurlin panel causality test was applied to analyze panel causality relationships. The results indicated the presence of a unidirectional causality running from globalization to economic complexity.

Azimi & Azimi (2022), using data from 110 countries for the period 2002–2016, analyzed the effect of globalization on economic complexity through quantitative models and the Multi-Attribute Border Approximation Area Comparison (MABAC) method. Their findings showed that all dimensions of the globalization index—economic, social, and political—had positive and significant effects on the economic complexity index.

In another study focusing on Turkey, Karasoy (2022) examined the relationship between globalization, financial development, and economic complexity for the period 1970–2017 using Fourier-frequency cointegration and Granger causality tests. The findings revealed that political globalization influences economic complexity in both direct and indirect ways via financial development. Additionally, economic and social globalization were linked to economic

complexity. A significant observation was the existence of bidirectional causality between globalization and financial development.

Panagiotou and Katrakilidis (2023) conducted a study covering 127 countries from 1995 to 2020 and used the Dumitrescu-Hurlin panel causality test. Their research revealed a two-way causal relationship between economic complexity and globalization, highlighting the significant interaction between these two factors.

Ahmad et al. (2024) investigated the linkages between natural resource rents, economic complexity, environmental regulations, globalization, and sustainable development using data from 25 European Union member states spanning from 1995 to 2019. The researchers used Dumitrescu and Hurlin (2012) panel causality test to explore causal relationships. Their findings indicated a bidirectional causality between economic complexity and globalization.

Shahabadi and Pouran (2024) examined how globalization, both active and inactive populations, and institutional frameworks affect economic complexity using the FMOLS methodology on data from D-8 countries from 1995 to 2019. Their study showed that inactive populations serve as potential markets for complex products, thereby positively affecting economic complexity. Furthermore, the study found that active populations, globalization, and institutional elements interact positively to increase economic complexity.

To sum up, these studies reveal a statistically significant, frequently positive correlation between different aspects of globalization and economic complexity. Furthermore, they emphasize that this relationship can manifest in both direct and indirect ways, including the role of financial development as a mediating factor.

3. MODEL AND DATA

The aim of this study is to analyze the impact of economic globalization on economic complexity in BRICS countries (Brazil, China, India, South Africa, and Russia). Depending on data availability, the analysis period has been limited to the years 1998–2020. In the study, economic complexity (eci) is defined as a function of economic globalization (eg), and foreign direct investment (fdi). Based on this function, the panel data model presented in Equation 1 has been estimated:

$$eci_{it} = \beta_0 + \beta_1 glo_{it} + \beta_2 fdi_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

In Equation 1, the symbol t represents time, while the symbol i denotes countries. The term ε symbolizes the error term. The β coefficients represent the slope parameters indicating the effect of changes in the independent variables on the dependent variable.

The economic growth variable was measured using GDP in constant 2015 US dollars; economic complexity was measured through the economic complexity (trade) index; foreign direct investment was represented by net inflows as a percentage of GDP; and economic globalization was measured using the economic globalization indicator.

Data on economic complexity were obtained from the Observatory of Economic Complexity (OEC) database, while data on foreign direct investment were retrieved from the World Bank's World Development Indicators database. Data on economic globalization were sourced from the Quality of Government - Basic Dataset published by the University of Gothenburg: The Quality of Government Institute (Dahlberg et al., 2025).

4. METHODOLOGY AND FINDINGS

4.1. Unit Root Test

Stationarity is a fundamental assumption in many statistical methodologies applied to longitudinal data, particularly in time series and panel data analyses. A stationary series is characterized by the absence of a unit root, meaning it does not exhibit a trend component driven primarily by its historical values. In contrast, the presence of a unit root implies that the series lacks mean reversion and may be disproportionately affected by its own internal shocks or innovations (Nasir & Morgan, 2023). Therefore, analyses conducted with data that contain a unit root become biased and inconsistent. For this reason, testing whether the series contains a unit root is a critical preliminary step before proceeding with the analysis. In this study, the presence of unit roots in the series was examined using the Levin, Lin &Chu (LLC) (2002) panel unit root test. In this test, the null hypothesis is formulated as "the series are non-stationary."

Table 1. Unit root results

ec	fdi	glo
-2,482***	-2,658***	-3,624***

Note: Analyses include a constant. Maximum lag length is set to be 2, considering the BIC. ***denote significance at %1.

Table 1 reports the results of the LLC test. Empirical results indicate that all variables do not contain a unit root at their levels, indicating that all variables in the system are I(0).

4.2. Pre-Estimation Tests

Having found that all variables are I(0), we can directly proceed to the regression stage to estimate the slope coefficients. In the regression stage, it is of great importance to decide what estimator is going to be employed. Therefore, the F test, Breusch-Pagan LM Test, and Hausman Test are applied, and the test results are reported in Table 2.

Table 2. Pre-estimation results

F-test	p<0,01
Breusch-Pagan (1980) LM Test	p<0,01
Hausman (1978) Test	p<0,01

Note: p denotes probability values.

First, the F test is applied to choose between the classical model and the fixed effects model. In this test, the probability value is less than 0,01. Therefore, the null hypothesis of "all unit effects are equal to zero" is rejected, and it is concluded that the classical model is not appropriate. Second, the Breusch-Pagan LM test is applied to choose between the classical model and the random effects model.

As can be seen from the table, the null hypothesis of "the variance of the unit effect is equal to zero" is rejected at a significance level of 1%. As a result, the random effects model is preferred to the classical model. Finally, according to the Hausman test results in Table 2, the null hypothesis of "there is a correlation between the explanatory variables and unit (time) effects" is also rejected at a significance level of 1%. Therefore, the fixed effects model is preferred to the random effects model. As a result, it was determined that the analysis should be based on the fixed effects model.

4.3. Panel Regression Analysis

In panel data models, issues such as heteroskedasticity, autocorrelation, and cross-sectional dependence are commonly encountered. The estimator developed by Driscoll & Kraay (1998) produces reliable and consistent estimates even in the presence of such violations (Yerdelen Tatoğlu, 2017). Therefore, the fixed effects model with the Driscoll-Kraay estimator was employed in the panel regression analysis.

Table 3. Results of Driscoll-Kraay Estimator

Variables	Coefficient	Std. err
fdi	0,019***	0,003
glo	0,037**	0,017

Note: Analyses include a constant.***, and ** denote significance at 1%, and 5%, respectively.

Table 3 reflects the regression results. The empirical findings confirm that both foreign direct investment and economic globalization have a positive and statistically significant impact on economic complexity. A one unit increase in foreign direct investments increases economic complexity by 0,019 unit. Similarly, a one unit increase in economic globalization leads to an increase in economic complexity by 0,037 unit. This finding is supported by the results of the studies conducted by Can (2016), Kurt (2018), Azimi & Azimi (2022), and Shahabadi and Pouran (2024).

5. CONCLUSION

Economic globalization denotes the growing interdependence among national economies driven by the expanding scale of cross-border trade in goods and services, increased flows of international capital, and the widespread and rapid dissemination of technologies (Savrul and İncekara, 2015). In other words, globalization entails the increasing integration of economies worldwide from national to local levels and facilitates international trade in goods and services and cross-border flows of knowledge, technology, human capital and investments (Thompson, 2007). The economic transformation of countries and their standing in the global competitive environment is being shaped more and more by globalization's effects on production structures. Given this significance, this study intends to explore the relationship between economic globalization and economic complexity in BRICS nations for the period 1998–2020.

The findings suggest that FDI and economic globalization play important roles in increasing economic complexity in BRICS countries. The transformation of production frameworks and increased knowledge intensity are increasing the complexity and competitiveness of these economies. It is therefore important for policymakers to prioritize strategies that attract FDI while also promoting greater global economic integration. In light of these considerations, several policy recommendations may be suggested for the BRICS countries:

- ✓ Globalization has facilitated the emergence of new markets, stimulated trade and investment activities, and promoted the cross-border transfer of technology and knowledge (Research FDI, 2023). The complexity and diversity of a country's export structure serve as reliable indicators of the knowledge base and technological capabilities embedded within its economy (Apostol & Musyoka, 2024). Supporting investments in high-value-added sectors, facilitating technology transfer processes, and promoting more effective participation in global value chains are particularly important for advancing economic complexity. Furthermore, to fully leverage the opportunities presented by economic globalization, comprehensive policies aimed at improving

infrastructure, human capital, and institutional capacity should be implemented. Specifically, given that high-quality institutions foster economic complexity in developing countries, policymakers should prioritize the enhancement of institutional quality as a central policy objective (Okombi and Tsinguia-Kenfack, 2024). Such efforts will not only enhance the global competitiveness of BRICS economies but also provide a stronger production foundation for achieving sustainable and inclusive development goals.

- ✓ Globalization plays a crucial role in shaping production processes, especially in developing nations. With the rise of global interconnectivity and the expansion of multinational corporations, a considerable share of production activities is now increasingly overseen by these corporations or their associated entities (Apostol & Musyoka, 2024). A country that attracts a larger volume of foreign direct investment has a greater opportunity to enrich the diversity and distinctiveness of its domestic production. Furthermore, foreign-owned multinational enterprises (MNEs) can also play an indirect role in increasing the economic complexity of the host nation by facilitating knowledge spillovers that occur through their interactions with local businesses, including both fully domestic firms and domestically owned MNEs (Antonietti& Franco, 2021). From this viewpoint, implementing an investment promotion policy is crucial for attracting foreign direct investment and improving the economic complexity of the host nation. It is important to strategically channel FDI inflows into high-technology and knowledge-intensive industries (Osinubi & Ajide, 2022).

REFERENCES

Ahmad, M., Ahmed, Z., & Luo, C. (2024). Natural resources, economic globalization, and sustainable development: Can economic complexity and environmental regulations cure the resource curse? Natural Resources Forum,

Antonietti, R., & Franco, C. (2021). From FDI to economic complexity: A panel Granger causality analysis. Structural Change and Economic Dynamics, 56, 225–239. https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.11.001

Apostol, S., & Musyoka, M. W. (2024). Complexity and FDI in market-dependent economies: The hidden effect of industrial offshoring. Acta Oeconomica, 74(2), 187–212. https://doi.org/10.1556/032.2024.00009

Azimi, N., & Azimi, D. A. (2022). Investigating the effect of globalization on the economic complexity of countries. *Regional Planning*, *12*(45), 19-32.

Breush, T. S. & Pagan, A. R. (1980). The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies* 47(1), 239-253.

Can, M. (2016). Ekonomik küreselleşme sofistike mamül üretimini etkiler mi?: Güney Kore örnekleminde ampirik bir analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *11*(3), 21-38.

Dahlberg, S., Sundström, A., Holmberg, S., Rothstein, B., Alvarado Pachon, N., Dalli, C. M., Lopez Valverde, R., Phiri, V. S., & Gerber, L. (2025). The Quality of Government Basic Dataset, Version Jan25. University of Gothenburg: The Quality of Government Institute. https://www.gu.se/en/quality-government https://doi.org/10.18157/qogbasjan25

Driscoll, J. C., & Kraay, A.C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. R*eview of Economics and Statistics*, *80*(4),549-560.

Hausman, J. A. (1978) Specification tests in econometrics. *Econometrica*, *46*(6),1251–1272.

Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. Proceedings of the National Academy of Sciences, *106*(26), 10570–10575. https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106

Karasoy, A. (2022). Examining the globalization-economic complexity-financial development nexus in Turkey. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, *14*(27), 485-499.

Kurt, Ü. (2018). The relationship between globalization and economic complexity. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *11*(3), 2195-2202.

Levin, A., Lin, C.-F., & Chu, C.-S. J. (2002) Unit Root Test in Panel: Asymptotic and Finite Sample Properties. Journal of Econometrics, *108*, 1-24. https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7

Lowe, P. (2016). The rise of the BRICS in the global economy. *Teaching Geography*, *41*(2), 50–53.

Mishra, S., Tewari, I., & Toosi, S. (2020). Economic complexity and the globalization of services. *Structural Change and Economic Dynamics, 53*, 267–280. https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.03.002

Nan, S., Huo, Y., You, W., & Guo, Y. (2022). Globalization spatial spillover effects and carbon emissions: What is the role of economic complexity? *Energy Economics, 112*, 106184. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106184

Nasir, M., Morgan, J. (2023).The methodological problem of unit roots: stationarity and its consequences in the context of the Tinbergen debate. *Annals of Operations Research*, https://doi.org/10.1007/s10479-023-05172-1

Nathaniel, S. P. (2021). Economic complexity versus ecological footprint in the era of globalization: evidence from ASEAN countries. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(45), 64871-64881.

Observatory of Economic Complexity (OEC) (nd). *Complexity Rankings*. https://oec.world/en/rankings/eci/hs6/hs96?tab=ranking

Okombi, I. F., & Tsinguia-Kenfack, B. F. (2024). Foreign direct investment and economic complexity in developing countries: Does public expenditure on education matter? *SN Business & Economics*, *4*(14). https://doi.org/10.1007/s43546-023-00614-1

Osinubi, T. T., & Ajide, F. M. (2022). Foreign direct investment and economic complexity in emerging economies. *Economic Journal of Emerging Markets*, *14*(2), 259–270. https://doi.org/10.20885/ejem.vol14.iss2.art9

Panagiotou, T., & Katrakilidis, C. (2023). Do tourism, economic complexity and globalization affect economic growth? New empirical evidence in the context of TALC theory and accounting for cross sectional dependence. *Economics and Business Letters*, *12*(3), 213-230.

Research FDI. (2023, April 11). The effects of globalization on economic development. https://researchfdi.com/the-effects-of-globalization-on-economic-development/

Saba, C. S., & Ngepah, N. (2024). The impact of artificial intelligence (AI) on employment and economic growth in BRICS: Does the moderating role of governance matter? *Research in Globalization, 8*, 100213. https://doi.org/10.1016/j.resglo.2024.100213

Savrul, M., & Incekara, A. (2015). The effect of globalization on international trade: The Black Sea Economic Cooperation case. In International Conference on Eurasian Economies.

Shahabadi, A., & Pouran, R. (2024). Exploring the interaction of population, globalization, and institutional factors for achieving economic complexity in D8 countries. *Journal of the Knowledge Economy*, *15*(2), 8077-8096.

Shahabadi, A., Omidi, V. & Alikaramzadeh, N. (2025). The Interactive Effect of Economic Complexity and Globalization on Exchange Rate. *Journal of the Knowledge Economy*. https://doi.org/10.1007/s13132-025-02604-0

Shangquan, G. (2000). Economic globalization: Trends, risks and risk prevention (CDP Background Papers 001, ST/ESA/2000/CDP/1). United Nations, Department of Economic and Social Affairs.

Thompson, R. L. (2007, March). *Globalization and the benefits of trade* (Chicago Fed Letter No. 236). Federal Reserve Bank of Chicago. https://www.chicagofed.org/publications/chicago-fed-letter/2007/march-236

World Bank (ty). *World Development Indicators (WDI)*. https://databank.worldbank.org/source/worlddevelopment-indicators

Yerdelen Tatoğlu, F. (2017). *Panel veri ekonometrisi*. Beta Yayınevi.

IFRS 9 FİNANSAL ARAÇLAR STANDARDI KONUSUNDAKİ ULUSLARARASI YAYINLARIN VOSVİEWER İLE BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Dr. Zeliha KALDIRIM
Milli Eğitim Bakanlığı, İstanbul
ORCID: 0000-0002-7514-1006

ÖZET

Çalışmanın amacı, Scopus veri tabanında IFRS 9 Finansal Araçlar Standardı ile ilgili yayınların VOSviewer aracılığıyla bibliyometrik analizini yapmaktır. Konuyla ilgili dağınık halde bulunan literatürün bütünleşik genel görünümünü sunmak hedeflenmiştir. Bu bağlamda 2010 yılı ile 2025 yılı arasındaki süreçte Scopus veri tabanı üzerinden ulaşılan "IFRS 9" konusunda yayınlanmış 800 adet akademik çalışma VOSviewer programı kullanılarak; yılları, dilleri, ülkeleri, yazarları, anahtar kelimeleri ve kaynakları bakımından analiz edilmiş, bulgular kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, en fazla yayının 2024 yılında yapıldığı, çalışmaların yaklaşık %79'unun makale türünde olduğu ve %96'sının İngilizce dilinde yayınlandığı tespit edilmiştir. Araştırmada, 95 ülkede içerisinde en fazla İngiltere'de yayın yapıldığı, Türkiye'nin ise 33. sırada yer aldığı, Andrea Miglionico'nun konu ile ilgili en üretken yazar olduğu, çalışmalarda en sık kullanılan anahtar kelimenin "IFRS 9" ve konuyla ilgili en fazla araştırma yayınlanan kaynağın ise Accounting in Europe olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: IFRS 9, IFRS, Bibliyometrik Analiz, VOSviewer, Scopus

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF INTERNATIONAL PUBLICATIONS ON IFRS 9 FINANCIAL INSTRUMENTS STANDARD

ABSTRACT

The aim of the study is to conduct a bibliometric analysis of publications related to the IFRS 9 Financial Instruments Standard in the Scopus database via VOSviewer. It is aimed to present an integrated overview of the scattered literature on the subject. In this context, 800 academic studies on the subject of "IFRS 9" accessed through the Scopus database between 2010 and 2025 were analyzed using the VOSviewer program in terms of their years, languages, countries, authors, keywords and sources, and the findings were evaluated comprehensively. As a result of the study, it was determined that the highest number of publications were made in 2024, approximately 79% of the studies were in the article type and 96% were published in English. The study revealed that the most publications were made in the UK among 95 countries, Turkey ranked 33rd, Andrea Miglionico was the most productive author on the subject, the most

frequently used keyword in the studies was “IFRS 9” and the source with the most research published on the subject was Accounting in Europe.

Keywords: IFRS 9, IFRS, Bibliometric Analysis, VOSviewer, Scopus

1. GİRİŞ

IFRS 9 Finansal Araçlar Standardı, finansal bilgi kullanıcılarının, işletmelerin nakit akışlarının tutarını, zamanlamasını ve belirsizliğini değerlendirebilmeleri amacıyla ihtiyaca uygun, gerçek ve faydalı bilgi sağlayacak şekilde finansal varlık ve yükümlülüklere ilişkin raporlama ilkelerini belirlemektedir (TFRS 9, md. 1.1). 1 Ocak 2018 tarihinden itibaren yürürlüğe giren IFRS 9 finansal varlık ve yükümlülüklerin sınıflandırılması, ölçülmesi, bilanço dışı bırakılması, türev finansal araçlar ve korunma muhasebesi konularına rehberlik etmektedir. Bazı finansal araçların yapıları itibariyle karmaşık olması ve standardın tahmin ve varsayım gerektiren özellikli konuları ele alması gibi sebeplerle muhasebe alanında yapılan diğer akademik çalışmalara nazaran IFRS 9’un görece olarak daha az çalışılan bir konu olduğu düşünülmektedir.

Bu bağlamda çalışmanın amacı, Scopus veri tabanında IFRS 9 Finansal Araçlar Standardı ile ilgili yayınların VOSviewer aracılığıyla bibliyometrik analizini yapmaktır. Çalışmada 2010-2025 yılları arasında Scopus veri tabanı üzerinden ulaşılan “IFRS 9” konusunda yayınlanmış 800 adet akademik çalışma yıl, dil, ülke, yazar, anahtar kelime ve kaynaklar açısından analiz edilmiş, bulgular kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Konuyla ilgili dağınık halde bulunan literatürün bütünleşik genel görünümünü sunmak hedeflenmiştir. Araştırmanın sadece Scopus veri tabanı üzerinden gerçekleştirilmesi çalışmanın kısıtını oluşturmuştur. Literatürde IFRS 9 özelinde bibliyometrik analiz çalışması bulunmamasından dolayı çalışmanın literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

2. LİTERATÜR

Literatür araştırmasında IFRS 9 özelinde bibliyometrik analiz yapılan bir çalışma bulunamamıştır. Bu sebeple IFRS konusunda bibliyometrik analiz içeren güncel çalışmalar yıl sıralı olarak Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Literatür Özeti

Yazar	Yıl	Konu	Bulgular
Vatis, S.E., Nerantzidis, M., Drogalas, G., Chytis, E.	2025	Web of Science (WoS)'ta Uluslararası Finansal Raporlama Standartları (IFRS) ile kazanç yönetimi arasındaki ilişkiye yönelik mevcut literatürün bibliyometrik analizi.	Konu ile ilgili yayın ve atıf eğilimlerinin zaman içinde artan bir eğilim gösterdiği, gelecekte yazarlar arasında daha fazla işbirliğine ihtiyaç duyulacağını tespit etmişlerdir.
Akpınar, A., Kaynar, Z.	2025	Muhasebe politikaları hakkındaki uluslararası yayınların bibliyometrik analizi.	Muhasebe politikaları konusunda çalışmaların en çok 2011,2019 ve 2020 yıllarında yapıldığı; en çok yayın yapan ve en fazla atıf alan yazarın Christopher Nobes, en çok ABD'de yayın yapıldığı, en fazla Bükreş Ekonomi Araştırmaları Üniversitesinde araştırma yapıldığı, en fazla kaynağın Accounting and Business Research'te olduğu, en sık kullanılan anahtar kelimenin accounting policy olduğu tespit edilmiştir.
Coşkun, S.	2025	Web of Science (WoS) veri tabanında yer alan UMS ve UFRS'ye yönelik literatürün bibliyometrik analizini içermektedir.	En çok işletme finansı kategorisinde, işletme ekonomisi alanı üzerinde araştırma yapıldığı, en fazla İngilizce dilinde yayın yapıldığı, en çok yayının ABD'de olduğu, en fazla yayının ESCI indeksli dergilerde yayınlandığı, en sık kullanılan anahtar kelimelerin IFRS, International Financial Reporting Standards ve Financial Reporting olduğu, en çok Accounting in Europe dergisinde yayın yapıldığı belirlenmiştir.
Effah, N. A. A.	2024	Afrika'da Uluslararası Finansal Raporlama Standartları'nın (UFRS) benimsenmesi ve uyumluluğuna ilişkin yapılan yayınların bibliyometrik analizi.	Konu ile ilgili yayınların yazarları arasında dikkat çekici bir iş birliği bulunduğunu, yayınların çoğunun en az bir atıf içeren yirmi makalede yoğunlaştığını ortaya koymuşlardır.
Abdullah, W. R. W., Zamri, N., Fatzel, F. H. M., Adam, A.	2024	Scopus veri tabanında Uluslararası Finansal Raporlama Standartları (IFRS) ile kazanç yönetimi arasındaki ilişkiyi inceleyen yayınların bibliyometrik analizi.	Christian Leuz ve Luzi Hail gibi yazarların alana önemli katkıda bulunduklarını, temel araştırma alanlarının kurumsal yönetim ve finansal raporlama kalitesi olduğunu tespit etmişlerdir.
Bathla, S., Sharma, A. K., Kandpal, V.	2024	Scopus veri tabanında 2005-20221 yılları arasındaki IFRS benimsenmesi / yakınsaması üzerine yapılmış olan yayınların bibliyometrik analizi.	Scopus veri tabanında mevcut literatürün bütünleşik genel görünümünü sağlayarak, katkılarını ortaya koymuş, gelecekteki araştırmalar için önerilerde bulunulmuştur.
Koç, F.	2024	Muhasebe standartları ve finansal raporlama standartları konusunda Türkiye'de yazılmış lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizi.	Standartlar konusunda ilk doktora tezinin 1992 yılında, en fazla lisansüstü tezin Marmara Üniversitesi'nde ve en fazla lisansüstü tezin sırasıyla işletme, maliye, kamu yönetimi ve ekonomi anabilim dallarında yazıldığı; TFRS 6, TFRS 14 ve TMS 26 hakkında hiç lisansüstü tezin yazılmadığı belirlenmiştir.

Yaseen, Y. T., Mohd Nasır, A. H.	2023	Scopus veritabanındaki IFRS'in benimsenmesine ilişkin yayınların bibliyometrik analizi.	IFRS'in benimsenmesine ilişkin yayınların 2006'dan bu yana istikrarlı bir şekilde arttığını, en fazla yayın yapan ülkenin Amerika Birleşik Devletleri olduğu, en fazla yayın yapan kurumun Brezilya'daki Universidad de São Paulo olduğunu belirlemişlerdir.
Tijjani, B., Ur Rehman, S., Peter, Z., Bajwa, I. A., Khan, M. A.	2023	Scopus veri tabanında 2003-2020 yılları arasında IFRS'e yönelik yayınlanmış olan makalelerin bibliyometrik analizi.	En fazla yayın yapan ülkelerin ABD, İngiltere, Avustralya, Almanya ve Kanada olduğu, makalelerin çoğunun iki veya daha fazla yazarı bulunduğu tespit edilmiştir.
Kumari, R., Naresh, G.	2023	Scopus veri tabanında 2005-2021 yılları arasında Uluslararası Finansal Raporlama Standartları (IFRS) üzerine yayınlanan 403 makalenin bibliyometrik analizi.	En fazla kullanılan anahtar kelimelerin 'kurumsal yönetim', 'muhasebe kalitesi', 'kazanç yönetimi', 'kazanç kalitesi' ve 'denetim kalitesi' olduğu, IFRS benimsenmesinin finansal raporlama kalitesini arttırdığı ve bilgi asimetrisini azalttığı sonucuna varmışlardır.
Fallatah, E., Saat, N. A. M., Shah, S. M., Chong, C. W.	2021	IFRS'in benimsenmesiyle denetim kalitesi arasındaki ilişkiye yönelik yapılan yayınların bibliyometrik analizi.	IFRS'in benimsenmesiyle denetim kalitesi arasındaki ilişkiye yönelik yapılan yayınların özellikle son yıllarda artış gösterdiğini belirlemişlerdir.
Doria, D. D. F., Hernandez, A. T., Alarcon, H. G.	2020	Scopus veri tabanında 1989-2018 yılları arasında IFRS'le ilgili yayınlanmış bilimsel yayınların bibliyometrik analizi.	Küresel düzeyde IFRS ile ilgili çalışmaların genel görünümünü ortaya koymuşlardır.

2. YÖNTEM VE VERİ SETİ

Bibliyometrik analiz, çeşitli veri tabanları aracılığıyla erişilen akademik yayınlardan elde edilen verilerin istatistiki yöntemlerle analiz edilmesidir (Pritchard, 1969: 349; Garfield, 1979: 556). Scopus, Web of Science, Google Scholar gibi bilimsel veri tabanlarının ortaya çıkmasıyla büyük hacimli bibliyometrik veriye ulaşım kolaylaşmış; Gephi, Leximancer ve VOSviewer gibi bibliyometrik yazılımların bu tür verilerin oldukça pratik bir şekilde analiz edilmesine olanak sağlamasıyla son zamanlarda bibliyometrik analize olan ilgi artmıştır (Donthu vd, 2021: 286). Çalışmada, IFRS 9 ile ilgili literatürün diğer veri tabanlarına göre daha fazla olması sebebiyle Scopus veri tabanındaki akademik dökümanlar örneklem olarak seçilmiş ve bibliyometrik yazılım programı olan VOSviewer kullanılarak bilimsel haritalama tekniği sonuçları sunulmuştur.

Çalışmanın veri setini oluşturmak amacıyla 01.03.2025 tarihinde Scopus veri tabanında "IFRS 9" anahtar sözcüğüyle "tüm alanlar" seçilerek yapılan araştırmada 800 akademik çalışmaya ulaşılmıştır. Yıllara göre en eski 2010 ve en yeni 2025 olmak üzere 20 farklı alandan makale, kitap, kitap bölümü, bildiri, not, mektup, inceleme ve editöryal yazıya ulaşılmıştır. Veri setini oluşturan akademik yayınların ilgili olduğu alanlar sıralı olarak Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Veri Setini Oluşturan Dokümanların Alan Dağılımı

Sıra	Alan/Disiplin	Sıra	Alan/Disiplin
1	Economics, Econometrics and Finance	11	Multidisciplinary
2	Business, Management and Accounting	12	Psychology
3	Social Sciences	13	Physics and Astronomy
4	Computer Science	14	Medicine
5	Decision Sciences	15	Agricultural and Biological Sciences
6	Mathematics	16	Materials Science
7	Engineering	17	Chemical Engineering
8	Environmental Science	18	Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics
9	Arts and Humanities	19	Neuroscience
10	Energy	20	Earth and Planetary Sciences

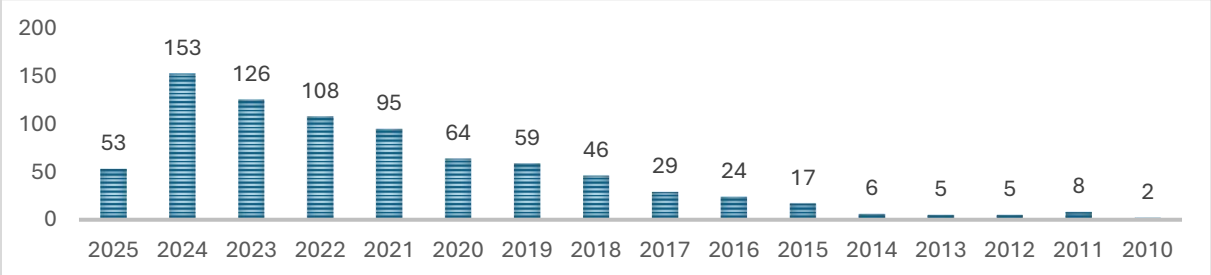
Tablo 2'de sunulduğu üzere yayınlanan çalışmaların en fazla ilgili olduğu alanlar sırasıya Ekonomi, Ekonometri ve Finans, İşletme, Yönetim ve Muhasebe, Sosyal Bilimler, Bilgisayar Bilimleri ve Karar Bilimleridir.

3. BULGULAR

Bu bölümde çalışmanın veri setini oluşturan 800 akademik çalışmaya uygulanan bibliyometrik analiz sonucunda elde edilen bulgular sunulmuştur. Seçilen veri seti yıl, dil, ülke, yazar, anahtar kelime, atıf sayısı ve kaynaklar açısından analiz edilmiştir.

Grafik 1'de Scopus veri tabanında "IFRS 9" konusunda yayınlanan çalışmalarının yıllara göre dağılımı gösterilmektedir.

Grafik 1. IFRS 9 Konusunda Yayınlanan Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı

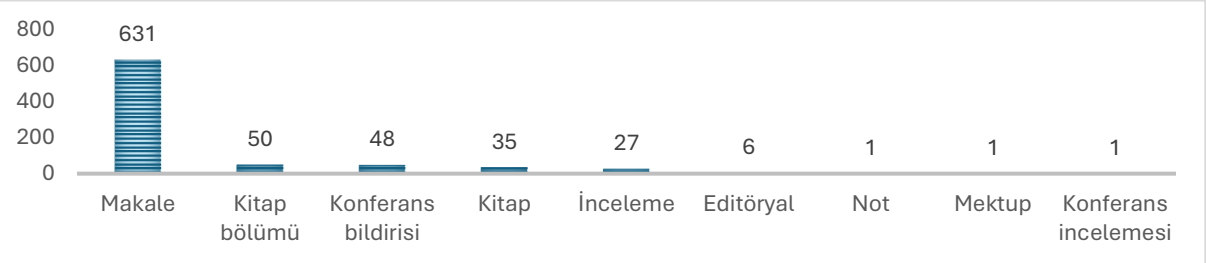


Grafik 1'de IFRS 9 konusunda ilişkin yayın sayılarının 2015 yılı itibariyle artış göstermeye başladığı, en fazla yayının 2024 yılında yapıldığı görülmüştür. Yayın sayısının 2015 itibariyle artmasının sebebi IFRS 9'un 2018 itibariyle yürürlüğe girmesi olduğu, 2025 yılındaki azalmanın sebebinin ise veri setinin hazırlandığı tarih olduğu düşünülmektedir 2025 yılı sonu

itibariyle yayın sayısının 153'ün üzerine çıkabileceği göz ardı edilmemelidir. Toplam yayın sayısının yaklaşık %60'ı 2021-2024 yılları arasında gerçekleşmiştir.

IFRS 9 konusundaki çalışmaların yayın türlerine göre dağılımı Grafik 2'de sunulmuştur.

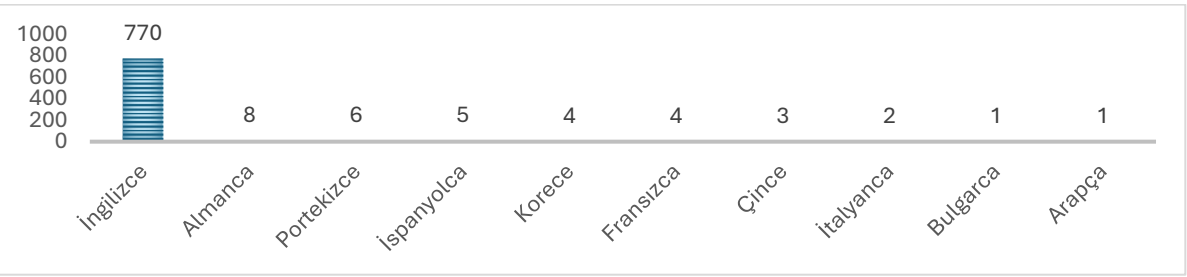
Grafik 2. IFRS 9 Konusundaki Çalışmaların Türlerine Göre Dağılımı



Grafik 2'ye göre yayınlanan çalışmaların 631'i (yaklaşık %79'u) makaledir. Diğer 169 yayın kitap, kitap bölümü, bildiri, inceleme, editöryal materyal, not, mektup ve konferans incelemesinden oluşmaktadır. Bu bulgu IFRS 9'la ilgili araştırmalarda akademik dergilerin daha önemli olduğunu göstermektedir.

Grafik 3'te araştırmaların yayın dillerine göre dağılımı gösterilmektedir.

Grafik 3. IFRS 9 Konusundaki Çalışmaların Yayın Diline Göre Dağılımı



Grafik 3'e göre 2010-2025 yılları arasındaki çalışmaların yaklaşık %96'sı İngilizce olarak yayınlamıştır. İngilizceden sonra Almanca, Portekizce ve İspanyolca en çok yayın yapılan diller arasında bulunmaktadır.

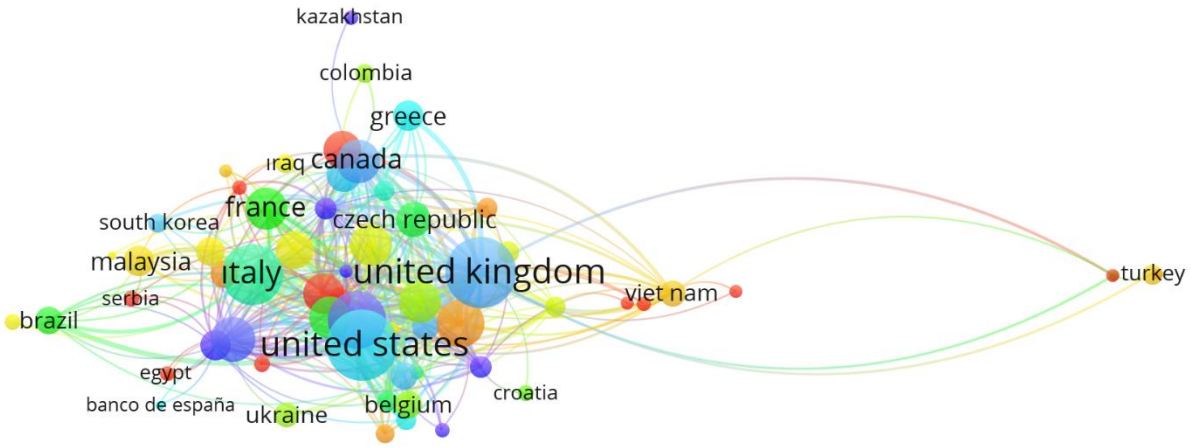
Tablo 3'de IFRS 9 konusundaki yayınların ülkelere göre doküman sayıları, atıf sayıları ve bağlantı güçleri sunulmuştur.

Tablo 3. IFRS 9 Konusundaki Çalışmalarda En Çok Dokümanı Olan İlk 10 Ülke

Sıra	Ülke	Doküman Sayısı	Atıf Sayısı	Bağlantı Gücü
1	United Kingdom	89	918	18667
2	United States	86	893	18786
3	Italy	64	537	17226
4	Germany	61	493	13390
5	China	40	345	6176
6	Australia	35	377	6233
7	Canada	33	465	7000
8	Spain	32	349	8225
9	Portugal	32	106	6092
10	France	32	204	6394

Analiz sonucunda toplam 95 ülkede yayın yapıldığı tespit edilmiş olup, en çok yayın yapılan ilk 5 ülkenin sırasıyla İngiltere (89 yayın), Amerika (86 yayın), İtalya (64 yayın), Almanya (61 yayın) ve Çin (40 yayın) olduğu belirlenmiştir. Türkiye ise 8 yayınla 33. sırada yer almaktadır.

Şekil 1'de yayınların ülkelerine göre atıf sayılarına dair ağ haritası oluşturulmuştur. Her ülke için en az 1 yayın ve en az 1 atıf koşulu kriteri kapsamında analize alınan 12 küme, 87 gözlem ve 63 bağlantı birimi bulunmuştur.



Şekil 1. IFRS 9'a İlişkin Yayınların Ülkelere Göre Atıf Ağ Analizi

Şekil 1'e göre toplam bağlantı gücü içerisinde en fazla atıf alan 5 ülke/bölge; İngiltere (918 atıf), Amerika (893 atıf), İtalya (537 atıf), Almanya (493 atıf) ve Kanada (465 atıf) olmuştur. Türkiye ise, yayınlanan 8 eserin 4'ü üzerinden toplam 10 atıf sayısı ile 55. sırada yer almıştır.

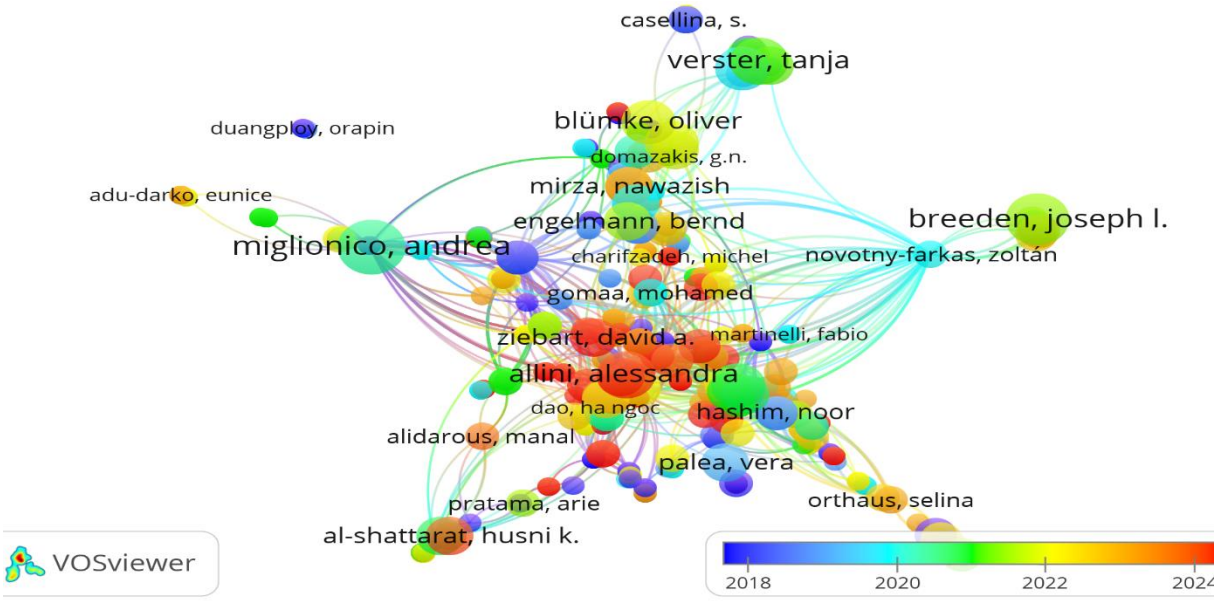
IFRS 9 konusunda yapılmış olan çalışmaların en çok hangi araştırmacılara ait olduğu Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. IFRS 9 Konusunda En Çok Dokümanı Yayınlanan İlk 10 Araştırmacı

Sıra No	Yazar	Doküman Sayısı	Atıf Sayısı	Bağlantı Gücü
1	Miglionico, Andrea	8	52	6
2	Breeden, Joseph L.	7	21	5
3	Allini, Alessandra	6	9	8
4	Verster, Tanja	6	24	21
5	Bischof, Jannis	5	120	9
6	Blümke, Oliver	5	17	0
7	Ozdemir, Bogie	5	32	3
8	Witzany, Jiří	5	13	4
9	Al-Shattarat, Husni K.	4	18	5
10	Bandyopadhyay, Arindam	4	5	0

Tablo 4'teki yazar analizinde Andrea Miglionico'nun konu ile ilgili en üretken yazar olduğu, Nawazish Mirza ile Muhammad Umar'ın yayın sayılarının Andrea Miglionico'dan daha az olmasına rağmen atıf sayıları en yüksek olan yazarlar olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 2'de araştırmacıların atıf sayılarına dair ağ haritası oluşturulmuştur. Her ülke için en az 1 yayın ve en az 1 atıf kriteri kapsamında analize alınan 40 küme, 1143 gözlem ve 529 bağlantı birimi bulunmuştur



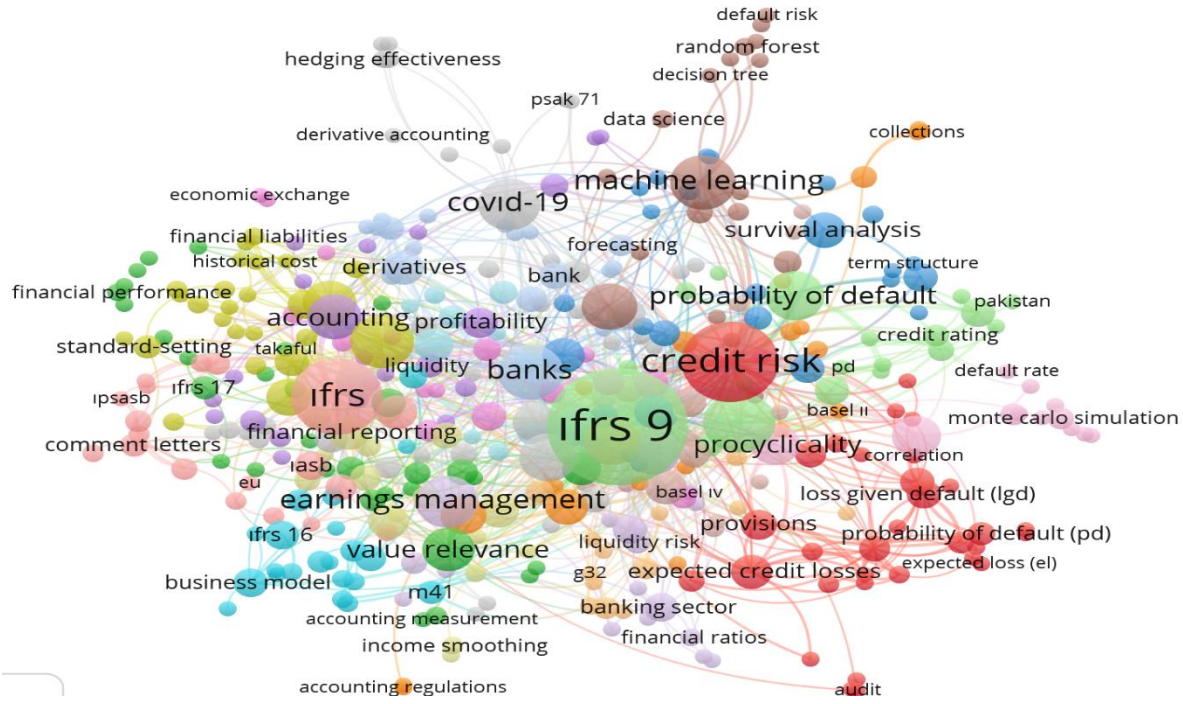
Şekil 2. Yazarların Atıf Analizi

Tablo 5'te konu ile ilgili yayınlarda en fazla atıf alan ilk 10 anahtar kelimeler kelime sunulmuştur.

Tablo 5. IFRS 9 Konusundaki Çalışmalarda En Fazla Atıf Alan İlk 10 Anahtar Kelimelerin Analizi

Sıra No	Anahtar Kelime	Atıf Sayısı	Bağlantı Gücü
1	IFRS 9	115	153
2	Credit Risk	55	58
3	Ifrs	50	47
4	Expected Credit Loss	31	48
5	Banks	25	26
6	Machine Learning	25	16
7	Financial İnstruments	24	29
8	Covıd-19	23	16
9	Earnings Management	23	18
10	Probability Of Default	21	23

Tablo 5'e göre en sık kullanılan ilk 5 anahtar kelime sırasıyla IFRS 9 (115 tekrar), Credit Risk (Kredi Riski-62 tekrar), IFRS (50 tekrar), Expected Credit Loss (Beklenen Kredi Zararı-31 tekrar) ve Banks (Bankalar-25 tekrar) olarak tespit edilmiştir. VOSviewer üzerinden en az 2 kez kullanılmış olan ve aralarında ilişki bulunan 401 gözlem birimi ile yapılan analiz sonucu Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 3. Anahtar Kelimelerin Ağ Analizi

IFRS 9'la ilgili en fazla doküman yayınlanan kaynaklar Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. IFRS 9 Konusunda En Çok Dokümana Sahip Olan İlk 10 Kaynak

Sıra No	Kaynak	Doküman Sayısı	Atıf Sayısı	Bağlantı Gücü
1	Accounting in Europe	18	0	628
2	Journal of Risk and Financial Management	15	2	240
3	Journal of Risk Model Validation	14	217	113
4	Risks	14	23	83
5	Accounting and Business Research	13	1	595
6	Journal of Credit Risk	11	1	120
7	Australian Accounting Review	10	0	108
8	Journal of Accounting and Public Policy	9	36	373
9	Journal of Risk Management in Financial Institutions	9	15	61
10	Springer Proceedings in Business and Economics	8	23	23

Tablo 6'ya göre IFRS 9 konusunda en fazla araştırma yayınlanan kaynakların sırasıyla 18 yayınla Accounting in Europe, 15 yayınla Journal of Risk and Financial Management, 14 yayınla Journal of Risk Model Validation, 14 yayınla Risks ve 13 yayınla Accounting and Business Research dergileri olduğu belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada; 2010 yılı ile 2025 yılı arasındaki süreçte Scopus veri tabanı üzerinden ulaşılan "IFRS 9" konusunda yayınlanmış 800 adet akademik yayın VOSviewer programı kullanılarak; yılları, dilleri, ülkeleri, yazarları, anahtar kelimeleri, atıf sayıları ve kaynakları açısından analiz edilmiştir.

Analiz sonucunda, IFRS 9 Finansal Araçlar konusuna ilişkin yayın sayısın 2015 yılından itibaren artış göstermeye başladığı, en fazla yayının 2024 yılında yapıldığı belirlenmiştir. 2015 yılından itibaren gözlenen belirgin artışın sebebi, IFRS 9 standardının 1 Ocak 2018'den itibaren yürürlüğe girmesi olabilir. Yayınlanan çalışmaların yaklaşık %79'unun makale türünde olduğu tespit edilmiştir. İnceleme, editöryel materyal, not, mektup ve konferans incelemesi gibi diğer yayın türlerinin daha düşük oranda yer alması, bu alandaki ana araştırma biçiminin derinlemesine akademik çalışmalar olduğunu göstermektedir. Yayınların yaklaşık %96'sının İngilizce dilinde yayınlandığı tespit edilmiştir. Çalışmaların yayınlandığı dillere ilişkin veriler,

İngilizce'nin bu alandaki hâkimiyetini göstermektedir. İngilizcenin dışında konuyla ilgili Almanca, Portekizce ve İspanyol'ca gibi dillerde de yayınlar yapıldığı belirlenmiştir. Ülkelere göre yapılan analiz sonucunda toplamda 95 ülkede yayın yapıldığı, Türkiye'nin ise 33. Sırada yer aldığı ortaya konulmuştur. Yazar analizinde Andrea Miglionico'nun konu ile ilgili en üretken yazar olduğu, Nawazish Mirza ile Muhammad Umar'ın yayın sayılarının Andrea Miglionico'dan daha az olmasına rağmen atıf sayıları en yüksek olan yazarlar olduğu tespit edilmiştir. IFRS 9 konusunda yapılan çalışmalarda en sık kullanılan ilk 5 anahtar kelimenin sırasıyla IFRS 9, Credit Risk (Kredi Riski), IFRS, Expected Credit Loss (Beklenen Kredi Zararı) ve Banks (Bankalar) olduğu; konuyla ilgili en fazla araştırma yayınlanan 5 kaynağın ise sırasıyla Accounting in Europe, Journal of Risk and Financial Management, Journal of Risk Model Validation, Risks ve Accounting and Business Research dergileri olduğu gözlenmiştir. Çalışmayla Scopus veri tabanında IFRS 9 ile ilgili literatürün bütünleşik genel görünümü sunulmuştur. Elde edilen bulgular niceliksel olarak kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiş, yapılan akademik çalışmaların eğilimi ortaya konmuştur. Araştırmanın sadece Scopus veri tabanı üzerinden gerçekleştirilmesi çalışmanın kısıtını oluşturmuştur. Gelecek çalışmalarda farklı veri tabanlarında yayınlanan çalışmalar analiz edilebilir veya farklı veri tabanları ile yapılan çalışmalar karşılaştırmalı olarak analiz edilebilir.

KAYNAKLAR

Abdullah, W. R. W., Zamri, N., Fatzel, F. H. M., & Adam, A. (2024). Exploring IFRS Adoption and Earnings Management: A Bibliometric Analysis of Scholarly Research. *In Conference On Accountıng And Busıness (ICAB2024)* (p. 106).

Akpınar, A., & Kaynar, Z. (2025). Muhasebe Politikaları Alanında Yapılan Uluslararası Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, *8*(1), 83-102.

Bathla, S., Sharma, A. K., & Kandpal, V. (2024). Stakeholders' Response to IFRS adoption/convergence on accounting quality and disclosures: A bibliometric review of Scopus database. *Heliyon*, *10*(1).

Coşkun, S. (2025). Uluslararası Muhasebe ve Finansal Raporlama Standartları Üzerine Yapılan Araştırmaların Bibliyometrik İncelenmesi. *Toplum Ekonomi ve Yönetim Dergisi*, *6*(1), 102-117.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, *133*, 285-296.

Doria, D. D. F., Hernandez, A. T., & Alarcon, H. G. (2020). World trends in the implementation of International Financial Reporting Standards. A bibliometric study of the period 1989-2018. *Revista Perspectiva Empresarial*, *7*(1), 105-122.

Effah, N. A. A. (2024). A bibliometric review of IFRS adoption and compliance research in Africa. *Journal of Business and Socio-economic Development*, *4*(3), 193-209.

Fallatah, E., Saat, N. A. M., Shah, S. M., & Chong, C. W. (2021). A bibliometric study of IFRS adoption and audit quality. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, *25*(4), 1-14.

Garfield, E. (1976). Journal Citation Reports: A Bibliometric Analysis of References Processed For The 1974 Science Citation Index. *Essays of an Information Scientist*, *2*, 556-557.

Koç, F. (2021). Türkiye'de muhasebe standartları ile finansal raporlama standartları kapsamında hazırlanan lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (92), 115-138.

Kumari, R. ve Naresh, G. (2023). Adoption of International Financial Reporting Standards and its effect on quality of financial reporting - a bibliometric study. *International Journal of Managerial and Financial Accounting*, *15*(3), 255-281. https://doi.org/10.1504/IJMFA.2023.131760
Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics. *Journal of Documentation*, *25*, 348-349.
TFRS 9 Finansal Araçlar, [https://www.kgk.gov.tr], Erişim Tarihi: 01.03.2025.

Tijjani, B., Ur Rehman, S., Peter, Z., Bajwa, I. A., & Khan, M. A. (2023). Research productivity of International Financial Reporting Standards (IFRS) from 2003 to 2020. *Global Knowledge, Memory and Communication*, *72*(1/2), 1-23.
Vatis, S. E., Nerantzidis, M., Drogalas, G., & Chytis, E. (2025). Connecting IFRS and earnings management: a bibliometric analysis. *Journal of Accounting Literature*, *47*(1), 51-74.
Yaseen, Y. T., ve Mohd Nasır, A. H. (2023). A Bibliometric Analysis of IFRS Adoption. *Asian Journal of Accounting & Governance*, *20*.

ÇOK SEKTÖRLÜ SÜREÇ İYİLEŞTİRMEDE STRATEJİK BİR ARAÇ: TAGUCHİ METODUNUN UYGULAMA POTANSİYELİ

İmtisal ŞAHİN
Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, 16310 Yıldırım, Bursa
ORCID: 0009-0007-1536-4412
Öykü KAYA
Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, 16310 Yıldırım, Bursa
ORCID:0009-0005-1365-6177
Selin BİLİR
Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, 16310 Yıldırım, Bursa
ORCID: 0009-0007-9105-6753
Arş. Gör. Merve YILMAZ
Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, 16310 Yıldırım, Bursa
ORCID: 0000-0002-1236-355X
Doç. Dr. Hasan ŞAHİN
Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, 16310 Yıldırım, Bursa
ORCID: 0000-0002-8915-000X

ÖZET

Taguchi Metodu, kalite yönetimi ve süreç iyileştirme alanında, geniş bir uygulama yelpazesi sunan istatistiksel bir deney tasarım metodudur. Geleneksel deneysel yöntemlerin gerektirdiği yüksek deney sayısını azaltarak, daha az kaynakla optimum sonuçlar elde edilmesini sağlar. Bu yaklaşım, "güçlü tasarım" felsefesi çerçevesinde süreçlerdeki kontrol edilemeyen değişkenlerin etkisini en aza indirgemeyi ve kaliteyi artırmayı hedefler. Özellikle ortogonal dizilimler sayesinde deneysel çalışmalar sistematikleştirilirken, sinyal-gürültü oranı (S/N) hesaplamaları ile süreç değişkenlikleri etkin biçimde yönetilir. Literatürde yapılan incelemeler, Taguchi Metodunun yalnızca üretim sektöründe değil, aynı zamanda hizmet sektörü, enerji yönetimi, yazılım geliştirme, sağlık hizmetleri ve eğitim teknolojileri gibi çok çeşitli alanlarda da başarıyla uygulandığını göstermektedir.

Ürün kalitesinin yanı sıra süreç kalitesini de iyileştirme yeteneği sayesinde, bu yöntem çok sayıda sektörde müşteri memnuniyetini artırma, maliyetleri düşürme ve süreç güvenilirliğini sağlama gibi kritik hedeflere katkı sunmaktadır. Çalışmalardan elde edilen bulgular, Taguchi Metodunun karmaşık süreçlerde bile kullanım kolaylığı sağladığını ve maliyet etkinliği sayesinde küçük ve orta ölçekli işletmelerden büyük sanayi kuruluşlarına kadar geniş bir kullanıcı kitlesine hitap ettiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, dinamik pazar koşullarına hızlı adaptasyon gerektiren ortamlarda süreçlerin istikrarını artırma potansiyeli de vurgulanmaktadır.

Bu çalışmada, Taguchi Metodunun çok sektörlü uygulama potansiyelini ortaya koymakta ve metodun, süreç iyileştirme odaklı kalite yönetimi yaklaşımlarında stratejik bir araç olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Günümüzün giderek artan rekabet koşullarında, işletmelere sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayabilecek bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deney Tasarımı, Kalite Yönetimi, Sinyal-Gürültü Oranı, Taguchi

A STRATEGIC TOOL IN MULTI-SECTORAL PROCESS IMPROVEMENT: THE APPLICATION POTENTIAL OF THE TAGUCHI METHOD

ABSTRACT

The Taguchi Method is a statistical design of experiments approach that offers a wide range of applications in quality management and process improvement. By reducing the number of experiments required by traditional methods, it enables the achievement of optimal results with fewer resources. Centered around the philosophy of “robust design,” this approach aims to minimize the impact of uncontrollable variables within processes while enhancing overall quality. Through the use of orthogonal arrays, experimental studies are systematized, and variations in processes are effectively managed using signal-to-noise (S/N) ratio calculations. Literature reviews demonstrate that the Taguchi Method has been successfully applied not only in manufacturing but also in diverse fields such as service industries, energy management, software development, healthcare, and educational technologies. Its ability to improve both product and process quality contributes to critical objectives such as enhancing customer satisfaction, reducing costs, and ensuring process reliability. Findings highlight that the method provides ease of use even in complex processes and, due to its cost-efficiency, appeals to a wide range of users from small and medium-sized enterprises to large industrial organizations.

Furthermore, it holds significant potential for increasing process stability in environments that require rapid adaptation to dynamic market conditions. In conclusion, this review demonstrates the multi-sectoral application potential of the Taguchi Method and supports its evaluation as a strategic tool within quality management approaches focused on process improvement.

In today's increasingly competitive environment, it stands out as a method capable of offering businesses a sustainable competitive advantage.

Keywords: Design of Experiments, Quality Management, Signal-to-Noise Ratio, Taguchi

1. GİRİŞ

Modern endüstri yapısı, rekabet avantajının büyük ölçüde kaliteyle sağlandığı bir yapıya dönüşmüştür. Müşteri beklentilerindeki artış, üretim teknolojilerinin sürekli gelişmesi ve küresel düzeyde yoğunlaşan rekabet ortamı, sektörlerin ürün ve süreç kalitesini sürekli olarak

iyileştirmeye zorunlu kılmaktadır. Bu gelişmeler doğrultusunda, işletmeler kaliteyi sayısal olarak analiz etmelerine ve somut iyileştirme adımları atmaları için yol gösteren yöntemlere giderek daha fazla yönelmektedir. Bu yöntemlerden biri olan Taguchi Deney Tasarımı, kalite mühendisliği alanında etkin çözümler sunmaktadır. Genichi Taguchi tarafından geliştirilen bu yaklaşım, yalnızca çıktının ortalama performansını optimize etmekle kalmaz; aynı zamanda uç değerlerin sistem üzerindeki etkilerini de azaltmayı hedefleyerek çevresel değişkenliklere karşı sistemin dayanıklılığını artırır. Bu yöntem özellikle, hataların en sık ortaya çıktığı tasarım aşamasında, düzeltici adımlar atılmasına imkân tanıyan veri akışını sağlama açısından önem taşımaktadır. Zira, ürün elde edildikten sonra gerçekleştirilen kalite kontrol faaliyetleri yüksek maliyetlerle sonuçlanabileceğinden, sürecin başında doğru parametrelerle ilerlemek hem maliyet hem de kalite açısından daha etkili bir yol olarak öne çıkmaktadır (Aydın, 2023).

Taguchi tekniğinin uygulanması, deneysel araştırmaların süresini ve maliyetini önemli ölçüde azaltma potansiyeli taşımaktadır. Bu yöntem, birden fazla faktörün sistem performansı üzerindeki etkilerini eşzamanlı olarak değerlendirmeye olanak sağlarken, aynı zamanda hangi faktörlerin daha baskın, hangilerinin daha sınırlı etkiye sahip olduğunu ortaya koymada oldukça etkilidir (Çiçek, Yalçın & Tutan, 2012). Ayrıca, sistem koşullarının tam olarak kontrol edilemediği ya da tüm değişkenlerin kesin biçimde belirlenemediği durumlarda bile, süreçte istikrarlı ve tutarlı üretim sonuçları elde etmek için güvenilir bir yaklaşım sunmaktadır.

Taguchi optimizasyon yöntemi, özellikle makine imalatı alanında, üretim süreçlerinin farklı aşamalarında kontrol edilebilen ve edilemeyen faktörlerin üretim kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek ve karşılaştırmak amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır (Aydın, 2023). Bu yaklaşım, proses değişkenlerini analiz ederken minimum kaynakla maksimum bilgi elde edilmesini hedefler. Taguchi, deneysel yükü azaltmak amacıyla kısmi faktöriyel tasarım kullanmakta; bu tasarım, belirli faktör ve seviye kombinasyonları için en az sayıda deneme gerektiren ortogonal dizilerden oluşmaktadır. Bu diziler aracılığıyla, birden fazla değişkenin performans üzerindeki etkisi yoğunlaştırılmış deney kümeleriyle sistematik biçimde değerlendirilebilmektedir (Hisam, Almatrouk & Alzamanan, 2024). Ortogonal diziler, her bir faktör ve seviyenin eşit şekilde test edilmesine olanak tanıyan özel algoritmalarla oluşturulmakta; bu süreçte uygun dizinin seçimi için dizi seçici tablolardan yararlanılmaktadır. Bu çalışmada, Taguchi Deney Tasarımı metodolojisinin temel ilkeleri açıklanmakta; kalite iyileştirme sürecindeki stratejik rolü vurgulanmakta ve çeşitli sektörlerdeki uygulama örnekleri üzerinden sağlayabileceği avantajlar değerlendirilmektedir.

2. TAGUCHİ YÖNTEMİNİN KURAMSAL TEMELLERİ VE UYGULAMA DİNAMİKLERİ

2.1. Taguchi Yönteminin Temelleri

Taguchi yöntemi, kalite yönetimi ile deney tasarımını bütünleştiren istatistik temelli bir optimizasyon yaklaşımıdır. Bu yöntem, yalnızca ürün veya süreç performansını artırmayı değil, aynı zamanda bu performansı çevresel koşullardan bağımsız hâle getirerek istikrarlı bir yapı kazandırmayı amaçlar. Bu yönüyle, Taguchi'nin geliştirdiği 'sağlam tasarım' (robust design) ilkesi, üretim sistemlerinde dışsal gürültü faktörlerinin etkisini azaltmak üzere tasarlanmıştır (Karuppusami & Gandhinathan, 2006). Taguchi yönteminin en öne çıkan bileşenlerinden biri ortogonal dizilerin kullanımıdır. Bu diziler sayesinde deneysel süreçte daha az sayıda kombinasyonla maksimum bilgi elde edilebilir. Örneğin, klasik bir üç faktörlü deney 27 koşul gerektirirken, Taguchi'nin önerdiği L9 ortogonal dizilimi yalnızca 9 koşulla aynı verimliliğe ulaşmayı sağlar (Roy, 2010). Taguchi metodunda deneyde yer alan değişkenler "faktör", bu faktörlerin aldığı değerler ise "seviye" olarak tanımlanır. Yöntem, faktörleri ikiye ayırır: üretici tarafından kontrol edilebilen kontrol faktörleri ve çevresel etkiler gibi dışsal, kontrol edilemeyen gürültü faktörleri. Bu ayrım sayesinde, deneysel tasarım dışsal değişkenliklere karşı daha dayanıklı hâle gelir. Örneğin Yılmaz ve Kaya (2021), AISI 4140 çeliği üzerine yaptıkları çalışmada kontrol ve gürültü faktörlerini ayrı ele alarak yüzey pürüzlülüğünü optimize etmişlerdir.

Taguchi yönteminin güçlü yönlerinden biri de, çıktıların performansını değerlendirmek ve varyasyonları minimize etmek amacıyla kullanılan Sinyal-Gürültü (S/N) oranıdır. Bu oran, çıktının hedef değere olan uzaklığı ile varyansını birlikte analiz ederek kalite üzerinde güçlü bir kontrol sunar. Patel ve Thakkar (2016), torna işlemlerinde enerji tüketimini optimize ederken karar alma sürecinde S/N oranının en etkili metrik olduğunu vurgulamıştır.

Üç temel S/N oranı tipi vardır:

- Daha Büyük Daha İyidir: Dayanıklılık, verimlilik gibi olumlu çıktılar.

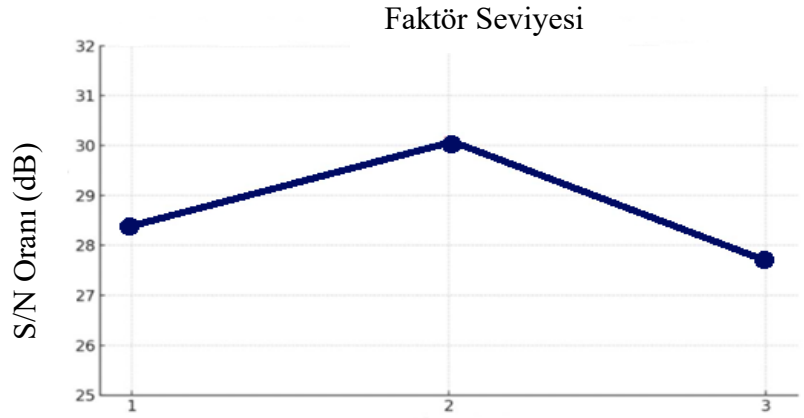
- Daha Küçük Daha İyidir: Hata oranı, maliyet gibi olumsuz çıktılar.

- **Nominal En İyisidir:** Ölçüm doğruluğu, sapma gibi hedeflenen sabit değerler.

Sağlam tasarım, sistemlerin değişken dış koşullar altında bile performansını sürdürebilmesini sağlar. Sıcaklık, nem, insan davranışları gibi değişkenlerin ürün kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerini minimize eder. Bu bağlamda Nakamura ve Fujimoto (2024), yapı titreşimlerini azaltmak için yürüttükleri çalışmada, robust tasarım ilkelerini kullanarak dışsal varyasyonların etkisini başarıyla sınırlandırmışlardır. S/N oranlarının farklı faktör seviyelerine göre analizi,

hangi seviyenin daha etkili olduğunu açık biçimde gösterir. Bir deneyde sonucun kalitesini belirleyen önemli ölçütlerden biri olan S/N oranı, farklı seviyelerdeki faktörlerin performansını karşılaştırmak için kullanılır. Üç seviyeli bir faktör için elde edilen S/N oranları incelendiğinde, en düşük ikinci S/N değerine sahip seviyenin, optimal kalite çıktısı sağladığı açıkça gözlemlenmiştir. Bu sonuç, ilgili seviyenin en uygun tasarım seçeneği olduğunu göstermektedir. Benzer bir sonuç Chen ve Wang (2025) tarafından da PVA/PLA nanofiber üretiminde gözlemlenmiş; ikinci seviyenin en iyi kalite çıktısını verdiği belirlenmiştir.

Şekil 1. Faktör Seviyelerine Göre S/N Oranı ("Daha Büyük Daha İyidir" Tipi Hedef Fonksiyonu İçin)



Örneğin, "Daha Büyük Daha İyidir" hedef fonksiyonunun kullanıldığı bir analizde, ikinci seviyedeki Sinyal-Gürültü (S/N) oranı yaklaşık 30.1 ile en yüksek değeri vermektedir. Buna karşın, birinci ve üçüncü seviyelerdeki S/N oranları sırasıyla 28.4 ve 27.7 olarak gözlemlenmiştir. Bu veriler, ikinci seviyenin sistem performansı açısından en avantajlı seçenek olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Şekil 1'in incelenmesi sonucunda, söz konusu faktörün farklı seviyelerde sistem çıktısı üzerinde belirgin etkiler yarattığı görülmektedir. Birinci düzeyde elde edilen yanıt değeri yaklaşık 28.4 iken, ikinci düzeyde bu değer artış göstererek 30.1'e ulaşmıştır. Üçüncü düzeyde ise düşüş yaşanarak değer yaklaşık 27.7'ye gerilemiştir. Bu bulgular doğrultusunda, sistemin optimum verimlilikte çalışabilmesi için ilgili faktörün ikinci seviyede tutulması önerilmektedir. Diğer seviyelerdeki düşük performans değerleri, bu ayarların sistemi olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir. Bu analiz, Taguchi yönteminin temel hedeflerinden biri olan "en uygun parametre kombinasyonunun belirlenmesi" sürecine önemli bir katkı sağlamaktadır. Taguchi yöntemi, deney sayısını minimize etmek amacıyla ortogonal dizilerden faydalanır. Üç faktörün üç seviyede incelendiği bir deney için en yaygın olarak kullanılan yapı L9 ortogonal

dizisidir. Sharma ve Singh (2015), sürtünme karıştırma işlemlerinde L9 dizisi kullanarak deney süresini %33 oranında kısaltmış ve kaliteyi koruyarak zaman/maliyet tasarrufu sağlamışlardır. Tablo 1'de L9 dizisine göre farklı deney kombinasyonları yer almaktadır. Bu şekilde, her faktörün seviyeleri farklı kombinasyonlarla test edilir, dolayısıyla tüm sistemin daha derinlemesine ve bütüncül bir analizi sağlanır.

Tablo 1 : L9 (3^3) Ortogonal Dizisi ile Deney Kombinasyonları

Deney No	A (Seviye)	B (Seviye)	C (Seviye)
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

Taguchi yönteminin felsefesi ve uygulama bileşenleri detaylı olarak aşağıda özetlenmekte olup, temel unsurlarına ilişkin açıklamalar Tablo 2'de sistematik şekilde ortaya konulmuştur.

Tablo 2: Taguchi Yönteminin Temel Unsurları

Başlık	**Açıklama**	**Detaylar / Örnekler**
Temel Felsefe	Performansı artırmak ve stabilize etmek	Çevresel değişimlere karşı sistem kararlılığı sağlamak
Ortogonal Diziler	Deney adımlarını azaltarak verim sağlamak	L9 dizisiyle 27 koşul yerine 9 deney (Roy, 2010)
Faktör ve Seviye Seçimi	Değişkenlerin sınıflandırılması	Kontrol faktörleri ve gürültü faktörleri ayrımı
Sinyal-Gürültü (S/N) Oranı	Performans varyasyonunu analiz etme ve optimize etme	Üç temel tür: Daha büyük, daha küçük, nominal en iyidir (Ross, 1996)
Sağlam Tasarım	Çevresel etkilerden bağımsız kalite üretimi	Sıcaklık, nem, insan etkileri gibi faktörlere karşı direnç (Karuppusami & Gandhinathan, 2006)
S/N Oranı Analizi	Faktör seviyeleri arasında optimum tercihi belirleme	Chen ve Wang (2025): 2. seviye en yüksek kalite çıktısı

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Taguchi yöntemi, ürün ve süreç tasarımlarında değişkenliğe karşı dayanıklılığı artırmaya yönelik mühendislik temelli bir yaklaşım sunmakta ve kalite mühendisliğinde yaygın olarak tercih edilen bir optimizasyon tekniği olarak öne çıkmaktadır. Yöntem, süreç performansını

optimize ederken aynı zamanda dışsal faktörlerin etkisini minimize ederek daha kararlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini hedeflemektedir. Bu bağlamda, farklı sektörlerdeki uygulamalarına ilişkin literatür taraması sunulmuştur.

İnşaat ve yapı sektörü özelinde yapılan çalışmalar, özellikle beton dayanımı ve yapı elemanlarının üretimi gibi konulara odaklanmaktadır. Kumar vd. (2024), beton karışım parametrelerini optimize ederek basınç dayanımını artırmayı başarmıştır. Benzer şekilde, Martin-Antunes vd. (2024), beton dayanımının tahmininde Taguchi ve ANOVA yöntemlerini karşılaştırmalı olarak kullanmıştır. Türkiye bağlamında yapılan çalışmalarda ise Özkan ve Acar (2024), yapı sektöründe Taguchi yaklaşımının uygulanabilirliğini incelemiştir. Ayrıca Tanaka vd. (2025), prefabrik yapı elemanlarının üretiminde kontrol faktörlerinin etkilerini değerlendirirken; Nakamura vd. (2024), yapı sağlığı izleme ve titreşim faktörleri üzerinde analizler gerçekleştirerek optimizasyon sağlamıştır. Bu alandaki erken dönem örneklerden biri olarak Aktaş vd. (2015), beton dayanımının artırılmasına yönelik bir uygulama sunmuştur.

Üretim sistemleri, otomasyon teknolojileri ve malzeme işleme süreçleri de Taguchi yönteminin yoğun olarak uygulandığı alanlardır. Zhao vd. (2025), yakıt hücrelerinde performans iyileştirmesi için yöntemi kullanmış; Santos ve Ribeiro (2024), WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing) teknolojisinde kaynak parametrelerinin optimizasyonunu gerçekleştirmiştir. Yüzey kalitesi üzerine çalışmalar yürüten Chen ve Wang (2025), yüzey pürüzlülüğünü en aza indirme amacıyla yöntemi uygulamıştır. Sharma vd. (2015), sürtünme karıştırma kaynağında; Yılmaz ve Kaya (2021) ise CNC tezgâhlarında işleme parametrelerinin analizinde Taguchi metodunu kullanmıştır. Ayrıca Murthy ve Rao (2023), üç boyutlu yazıcılarda boyutsal hassasiyetin artırılması hedefiyle yöntemi uygularken, Garcia vd. (2020) otomatik yerleştirme süreçlerinde hata oranını düşürmeye yönelik bir yaklaşım geliştirmiştir.

Enerji, çevre ve termal sistemlerde yapılan uygulamalar ise genellikle enerji verimliliğini artırmak ve çevresel etkileri azaltmak üzere yapılandırılmıştır. Patel vd. (2016), torna işlemlerinde enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik bir çalışmada Taguchi yönteminden faydalanmıştır. 2020 sonrası dönemde ise çok kriterli karar verme süreçlerine entegrasyon sağlanarak, sürdürülebilir tasarım optimizasyonlarında yöntemin daha fazla tercih edilmeye başlandığı görülmektedir. Örneğin, Rahman ve Chowdhury (2023), atık su arıtım süreçlerinde elektrokoagülasyon ve zeolit katkılarını kullanarak optimum sonuçlara ulaşmıştır. Singh vd. (2025), güneş paneli uygulamalarında ısı performansını artırmak amacıyla yöntemi uygularken; Chen vd. (2025) ise elektrospin yöntemiyle üretilen PVA/PLA nanofiberlerinde parametre optimizasyonu gerçekleştirmiştir.

Bina tasarımı ve akışkanlar dinamiği simülasyonları (CFD) gibi alanlarda da Taguchi yöntemine dayalı çalışmalar artış göstermektedir. Singh vd. (2025), sınıf ortamlarında pencere yerleşimi ve CO_2 birikiminin değerlendirilmesinde yöntemi başarıyla uygulamıştır. Ayrıca Kim vd. (2022) ve Lee vd. (2023), CFD simülasyonlarının optimizasyonunda Taguchi, ANOVA ve gri analiz gibi yöntemleri bir arada kullanarak çok boyutlu karar destek modelleri geliştirmiştir. Taguchi yönteminin klasik uygulama çerçevesi günümüzde yapay zekâ ve veri bilimi teknikleriyle entegre edilerek geliştirilmektedir. Bu kapsamda Singh & Mehta (2025), yapay sinir ağlarını Taguchi temelli optimizasyon yaklaşımları ile yapılandırmış; Kumar vd. (2024) ise çoklu yanıt optimizasyonu gerektiren senaryolarda Taguchi-RSM (Response Surface Methodology) kombinasyonunu önermiştir. Bu gelişmeler, yöntemin yalnızca geleneksel üretim ortamlarında değil, aynı zamanda ileri analitik sistemlerde de başarıyla uygulanabildiğini göstermektedir. Taguchi yöntemi yalnızca üretim ve mühendislik odaklı alanlarda değil; insan odaklı süreçlerin optimize edilmesini amaçlayan hizmet, yazılım, eğitim ve sağlık gibi alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Eğitim alanında, Wang vd. (2024), öğrenci memnuniyeti, öğretim materyal kalitesi ve sınıf içi etkileşim gibi faktörleri optimize etmek amacıyla Taguchi metodunu uygulamıştır. Çalışmada, Taguchi yöntemi ile en uygun öğretim stratejileri belirlenmiş ve ANOVA ile sonuçların istatistiksel anlamlılığı değerlendirilmiştir. Sağlık sektöründe, Nguyen vd. (2024), kardiyovasküler hastalık riskini tahmin etmek için ANN modelinin hiperparametrelerini optimize etmek amacıyla iki aşamalı Taguchi yöntemini kullanmıştır. Bu yaklaşım, deney sayısını %97 oranında azaltarak, düşük güçlü cihazlarda bile yüksek doğrulukla tahmin yapılmasını sağlamıştır. Yazılım test süreçlerinde, Patel vd. (2024) ANN mimarisinin katman sayısı, öğrenme oranı ve aktivasyon fonksiyonu gibi parametrelerini optimize ederek, test doğruluğunu artırmış ve hata oranlarını azaltmıştır. Bu çalışma, yazılım testlerinde Taguchi yönteminin etkinliğini göstermektedir. Hizmet sektörü bağlamında, Zhang (2024), plastik vakum termoforlamada kalınlık ve ağırlık kontrolünü optimize ederek maliyetleri düşürmeyi ve enerji tasarrufu sağlamayı hedeflemiştir. Taguchi yöntemi, farklı sektörlerde geniş bir uygulama yelpazesi sunarak yalnızca üretim süreçlerinde değil; inşaat, enerji, eğitim, sağlık, yazılım ve hizmet gibi çok disiplinli alanlarda da etkili bir optimizasyon aracı olarak konumlanmaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar, yöntemin hem geleneksel üretim hatlarında hem de ileri mühendislik uygulamalarında süreç değişkenliğini minimize ederek kaliteyi artırmada güçlü sonuçlar verdiğini göstermektedir. Yöntemin, ortogonal diziler ve S/N oranı gibi araçlarla deney sayısını azaltırken yüksek doğrulukta çıktı üretmesi, özellikle zaman ve maliyet baskısı altındaki uygulamalarda büyük

avantaj sağlamaktadır. Ayrıca Taguchi yaklaşımının, yapay zekâ, çoklu yanıt optimizasyonu ve CFD gibi yeni nesil teknolojilerle entegre edilebilir olması, yönteminin esnekliğini ve çağdaş mühendislik problemlerine uyarlanabilirliğini ortaya koymaktadır. İnsan odaklı sistemlerde (eğitim, sağlık, yazılım) yapılan çalışmalar da, Taguchi metodunun sadece teknik performansı değil, kullanıcı memnuniyeti ve sistem etkinliğini de artırabileceğini kanıtlamaktadır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde, Taguchi yöntemi hem stratejik karar alma süreçlerine destek sunmakta hem de farklı disiplinlerde kalite ve verimlilik odaklı dönüşümlere zemin hazırlamaktadır.

Tablo 3: Literatür Özeti

Kapsam	**İlgili Çalışmalar**	**Yöntem**	**Çalışma Kapsamına Katkısı**
İnşaat ve Yapı Sektörü	Kumar vd. (2024), Martin-Antunes vd. (2024), Özkan & Acar (2024), Tanaka vd. (2025), Nakamura vd. (2024), Aktaş vd. (2015)	ANOVA, S/N Oranı, GRA, CFD Simülasyonu	Yapı malzemeleri ve yapı sağlığı izleme alanlarında Taguchi metodunun geçerliliğini ortaya koyar.
Otomasyon, Üretim ve Malzeme İşleme	Zhao vd. (2025), Santos & Ribeiro (2024), Chen & Wang (2025), Yılmaz & Kaya (2021), Murthy & Rao (2023), Garcia vd. (2020), Sharma vd. (2015)	ANOVA, S/N Oranı, RSM	Üretim verimliliği, yüzey kalitesi ve süreç optimizasyonuna katkı sağlar.
Enerji, Çevre ve Termal Sistemler	Singh vd. (2025), Chen vd. (2025), Rahman & Chowdhury (2023), Patel vd. (2016)	ANOVA, S/N Oranı	Enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirliğe odaklanarak yeni uygulama alanlarını ortaya çıkarır.
Bina Tasarımı ve CFD Simülasyonları	Singh vd. (2025), Lee vd. (2023), Kim vd. (2022)	ANOVA, S/N Oranı, CFD Simülasyonu	İç mekan çevresel koşullarının iyileştirilmesinde Taguchi yönteminin kullanım potansiyelini gösterir.
Yöntem Geliştirme ve Model Entegrasyonları	Singh & Mehta (2025), Kumar vd. (2024), Patel vd. (2016)	ANOVA, S/N Oranı	Taguchi'nin çağdaş yöntemlerle entegrasyonunu sağlayarak çoklu optimizasyon problemlerine çözüm sunar.
Eğitim	Wang vd. (2024)	ANOVA	Çevrimiçi eğitimde öğrenci memnuniyetini artırmak için öğretim senaryolarını optimize etti.
Sağlık Sektörü	Nguyen vd. (2024)	TSTO, ANN	Kardiyovasküler hastalıkların erken teşhisi için ANN modelini optimize etti.
Yazılım ve Test	Patel vd. (2024)	ANN	Yazılım test süreçlerinde ANN yapısını optimize ederek hata oranlarını azalttı.
Hizmet Sektörü	Zhang (2024)	Delphi Tekniği	Plastik ürünlerde kalınlık ve ağırlık kontrolünü optimize ederek maliyet ve enerji tasarrufu sağladı.

Mevcut literatüre bakıldığında, büyük bir çoğunluğu üretim süreçlerinin optimizasyonu ve verimliliğinin üzerine olduğu görülmektedir. Özellikle CNC işleme, kaynak teknolojileri, 3D yazıcılar ve yüzey pürüzlülüğü gibi konuların öne çıktığı gözlemlenmiştir.Bunun sonucunda, Taguchi yönteminin kontrol faktörleri üzerindeki etkisini analiz etme ve iyileştirme gücünün üretim süreçlerinde sıklıkla kullanıldığı anlaşılmaktadır. Diğer uygulama alanlarında ise geleneksel üretim ağırlıklı literatürün gerisinde kalındığı gözlemlenmiştir. Sunulan literatür örnekleri, Taguchi yönteminin yalnızca geleneksel kalite problemlerinde değil, aynı zamanda enerji verimliliği, otomasyon sistemleri, yapay zekâ destekli analizler ve sürdürülebilir mühendislik uygulamaları gibi çağdaş mühendislik alanlarında da etkin biçimde kullanılabileceğini göstermektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, Taguchi yönteminin çok sektörlü uygulamalarını inceleyerek, yönteminin süreç iyileştirme ve kalite yönetimi alanındaki stratejik değerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Literatürde yer alan bulgular, Taguchi metodunun yalnızca üretim hatlarında değil; inşaat mühendisliğinden enerji sistemlerine, eğitimden sağlık hizmetlerine kadar pek çok farklı alanda başarıyla uygulandığını ortaya koymaktadır (Aktaş & Gültekin, 2015; Zhang & Chen, 2024; Nguyen vd., 2024). Özellikle deney sayısını minimize eden ortogonal diziler ve sürece ilişkin değişkenliği kontrol altına alan sinyal-gürültü (S/N) oranı gibi teknik bileşenler, yöntemin hem ekonomik hem de sistematik yönünü güçlendirmektedir (Roy, 2010; Ross, 1996).

Üretim sistemleri bağlamında; yüzey kalitesi, enerji verimliliği ve boyutsal doğruluk gibi performans göstergelerinde önemli iyileşmeler sağlandığı görülmektedir (Chen & Wang, 2025; Murthy & Rao, 2023; Patel & Thakkar, 2016). Benzer şekilde, WAAM teknolojisinde kaynak parametrelerinin optimizasyonu (Santos & Ribeiro, 2024) ve 3D yazıcı uygulamalarında boyutsal hassasiyetin artırılması (Murthy & Rao, 2023) gibi örnekler, yöntemin üretim teknolojilerine doğrudan katkısını gözler önüne sermektedir.

İnşaat sektöründe beton dayanımı ve yapı bileşenlerinin optimizasyonuna yönelik uygulamalarda Taguchi metodunun başarısı sıkça rapor edilmiştir (Martin-Antunes & Gijón, 2024; Tanaka & Suzuki, 2025). Bu uygulamalar, hem geleneksel yapı sistemlerinde hem de prefabrik üretim süreçlerinde kontrol faktörlerinin etkin biçimde analiz edilebileceğini göstermektedir (Nakamura & Fujimoto, 2024).

Enerji ve çevre sistemlerinde ise Taguchi yöntemi, özellikle sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda enerji tüketiminin azaltılması ve atık yönetimi performansının artırılması gibi kritik çıktılar üzerinde pozitif etki yaratmaktadır (Rahman & Chowdhury, 2023; Zhao & Li,

2025). Örneğin, torna işlemlerinde enerji tüketimini azaltmak amacıyla yapılan çalışmalarda, yöntemin yüksek düzeyde verim sağladığı görülmüştür (Patel & Thakkar, 2016).

Yöntemin klasik uygulama çerçevesinin ötesine geçtiği alanlardan biri de yapay zekâ ve ileri veri analitiğidir. Yapay sinir ağı modellerinin hiperparametre optimizasyonu (Singh & Mehta, 2025; Lee, Kim & Park, 2024) ve yazılım test süreçlerinin iyileştirilmesinde (Wang, Liu & Zhao, 2024) Taguchi yönteminin kullanılabilirliği, bu yaklaşımın çağdaş sistem mühendisliği içinde önemli bir yer edindiğini göstermektedir.

İnsan odaklı alanlarda da yöntemin etkinliği giderek artmaktadır. Eğitim sektöründe öğretim stratejilerinin, materyal kalitesinin ve öğrenci memnuniyetinin optimize edilmesine yönelik çalışmalarda (Zhang & Chen, 2024); sağlık alanında ise düşük güçlü cihazlarda bile yüksek doğrulukla çalışan sistemlerin geliştirilmesinde (Nguyen vd., 2024) başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu bulgular, Taguchi yönteminin yalnızca teknik çıktılar değil, aynı zamanda kullanıcı deneyimini iyileştirme hedefleriyle de uyumlu olduğunu göstermektedir.

Taguchi yöntemi; düşük deney sayısı ile yüksek doğrulukta çıktı üretme, süreçlerdeki dışsal değişkenlikleri minimize etme ve sistemlerin istikrarını artırma gibi yönleriyle süreç iyileştirme çalışmalarında etkili ve sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. Ayrıca, çok kriterli karar verme, yapay zekâ entegrasyonu ve ileri üretim teknolojileriyle uyumlu bir yapıya sahip olması, yöntemin yalnızca bugünün değil, geleceğin kalite yönetimi anlayışlarıyla da örtüştüğünü göstermektedir.

Taguchi yöntemi, farklı sektörlerde süreç ve ürün kalitesini artırmaya yönelik olarak güvenilir, maliyet etkin ve ölçeklenebilir bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Yöntemin hem geleneksel hem de yeni nesil mühendislik sistemlerinde daha fazla yaygınlaştırılması ve sektörel ihtiyaçlara göre esnek biçimde adapte edilmesi, gelecekteki uygulama alanlarını daha da genişletecektir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, kalite yönetimi ve süreç iyileştirme alanlarında yaygın olarak kullanılan Taguchi yönteminin, çok sektörlü uygulama potansiyelini kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktadır. Yapılan literatür taramaları ve örnek uygulama analizleri doğrultusunda, Taguchi yönteminin yalnızca üretim ve imalat sektörlerinde değil; aynı zamanda eğitim, sağlık, yazılım, çevre mühendisliği ve hizmet gibi insan merkezli ve karmaşık sistemlerin yönetiminde de etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Taguchi'nin sunduğu sistematik deney tasarımı yaklaşımı, ortogonal diziler ve sinyal-gürültü (S/N) oranı hesaplamaları gibi güçlü analitik araçlar sayesinde, sınırlı kaynaklarla maksimum

verim elde etme hedefine hizmet etmektedir. Bu özellik, yöntemi hem maliyet etkinliği hem de karar destek süreçlerinde güvenilir bir çözüm hâline getirmekte; süreç değişkenliklerini minimize ederek daha kararlı ve öngörülebilir sistemler oluşturulmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda, müşteri memnuniyetinin artırılması, üretim hatalarının azaltılması ve süreç güvenilirliğinin sağlanması gibi stratejik hedeflere de katkı sunduğu görülmektedir.

Son yıllarda yapay zekâ, veri bilimi ve çok kriterli karar verme teknikleriyle bütünleşen Taguchi yaklaşımı, geleneksel sınırlarının ötesine geçerek dijital dönüşüm sürecine uyum sağlayabilecek esnekliğe ulaşmıştır. Bu durum, yöntemin yalnızca mevcut kalite sorunlarına çözüm sunmakla kalmayıp, aynı zamanda sürekli iyileştirme ve veriye dayalı yönetim anlayışını destekleyen bütüncül bir kalite stratejisi olarak konumlanmasına imkân tanımaktadır. Bu doğrultuda aşağıdaki öneriler sunulabilir:

Disiplinler arası çalışmaların artırılması: Taguchi yönteminin sadece teknik mühendislik süreçleriyle sınırlı kalmayıp, eğitim, sağlık, sosyal bilimler ve hizmet sektörlerinde de yaygınlaştırılması, yöntemin uygulama zenginliğini artıracaktır.

Dijital entegrasyonun desteklenmesi: Yöntemin, yapay zekâ, makine öğrenimi ve veri madenciliği gibi ileri teknolojilerle entegre biçimde kullanılmasına yönelik uygulamalı çalışmalar teşvik edilmelidir.

Karar destek sistemlerine entegrasyon: Taguchi yöntemi, yönetsel karar alma süreçlerinde veri temelli analiz aracı olarak kullanılmalı; özellikle belirsizliğin yüksek olduğu ortamlarda süreç istikrarını sağlayan stratejik bir araç olarak değerlendirilmelidir.

KOBİ'ler için rehber niteliğinde uygulamalar geliştirilmesi: Küçük ve orta ölçekli işletmelerde yöntemin uygulanabilirliğini artırmak amacıyla sadeleştirilmiş rehberler, eğitim modülleri ve yazılım destekli platformlar geliştirilmelidir.

Akademik müfredata entegrasyon: Üniversitelerde mühendislik, işletme ve yönetim alanlarına yönelik lisans ve lisansüstü düzeyde Taguchi metodunun teori ve uygulama yönleriyle ele alındığı ders içerikleri yaygınlaştırılmalıdır.

Günümüz endüstriyel dinamiklerinin belirsizlik ve hızlı değişimle karakterize olduğu düşünüldüğünde, Taguchi yöntemi yalın, esnek ve bilimsel temelli yapısıyla sadece kalite kontrol aracı olmanın ötesine geçerek, süreç odaklı ve sürdürülebilir bir rekabet avantajı sunan stratejik bir yaklaşıma dönüşmektedir. Bu bağlamda, yöntemin hem akademik hem de uygulamalı alanlarda daha fazla yaygınlaştırılması, kuruluşların çevik, dayanıklı ve verimli yapılar inşa etmelerine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Aktaş, M., & Gültekin, H. (2015). Application of Taguchi method for optimization of concrete strength parameters. Construction and Building Materials, 94, 593–599.

Chen, L., & Wang, M. (2025). Characterization and optimization of electrospun PVA/PLA nanofibers using the Taguchi method. Chemical Engineering Journal, 468, 144245.

Çiçek, A., Kıvak, T., & Samtaş, G. (2012). Application of Taguchi Method for Surface Roughness and Roundness Error in Drilling of AISI 316 Stainless Steel. Journal of Mechanical Engineering, 58(3), 165–174.

E. Aydın, "Taguchi optimizasyon metodunun imalat mühendisliği alanında kullanımı: Minitab örneği," Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, c. 28, s. 1049–1056, 2023.

Garcia, M., & Lopes, R. (2020). Application of Taguchi method to reduce positional errors in robotic assembly. Procedia Manufacturing, 45, 552–558.

Garcia, M., Lopez, R., & Fernandez, A. (2024). Applying the Taguchi Method to Improve Key Parameters of Plastic Extrusion Vacuum-Thermoforming Products. Polymers, 16(8), 1113.

Hisam, M.W., Dar, A.A., Elrasheed, M.O. vd. The Versatility of the Taguchi Method: Optimizing Experiments Across Diverse Disciplines. J Stat Theory Appl 23, 365–389 (2024).

Karuppusami, G., & Gandhinathan, R. (2006). Pareto analysis of critical success factors of total quality management: A literature review and analysis. The TQM Magazine, 18(4), 372–385.

Kaya, B., & Demirtaş, S. (2016). Implementation of Taguchi Method for Robust Suspension Design. Procedia Engineering, 143, 658–665.

Kumar, R., & Patel, N. (2024). Efficient optimization of the multi-response problem in the Taguchi method using response surface methodology. Journal of Manufacturing Processes, 87, 345–353.

Lee, D., & Kim, Y. (2022). The use of Taguchi, ANOVA, and GRA methods to optimize CFD simulations in building design. Building and Environment, 215, 108936.

Lee, J., Kim, H., & Park, S. (2024). Utilizing a Two-Stage Taguchi Method and Artificial Neural Network for Cardiovascular Disease Prediction. Computational and Mathematical Methods in Medicine, Article ID 10669281.

Martin-Antunes, E., & Gijón, A. (2024). Predict the modelling of cement concrete strength using Taguchi and ANOVA method. Case Studies in Construction Materials,

Murthy, S., & Rao, V. (2023). Material and process parameter optimization for dimensional accuracy in fused deposition modeling 3D printing. Materials Today: Proceedings, 78, 502–509.

Nakamura, T., & Fujimoto, K. (2024). Equivalent damping ratio oriented investigation on tuned negative stiffness. Journal of Sound and Vibration, 563, 117037.

Özkan, A., & Acar, O. (2024). Application of the Taguchi method to areal roughness-based surface optimization. Surfaces and Interfaces, 39, 103835.

Patel, M., & Thakkar, H. (2016). Optimization of energy consumption response parameters for turning process using Taguchi method. Journal of Cleaner Production, 137, 1406–1412.

Rahman, M. M., & Chowdhury, A. H. (2023). Taguchi method in the optimization of municipal wastewater treatment by electrocoagulation and zeolite addition. Materials Today: Proceedings, 83, 1561–1570.

Ross, P. J. (1996). Taguchi techniques for quality engineering (2nd ed.). McGraw-Hill.

Roy, R. K. (2010). A primer on the Taguchi method (2nd ed.). Society of Manufacturing Engineers.

Santos, C., & Ribeiro, J. (2024). Optimizing welding parameters for high deposition efficiency in WAAM by using the Taguchi method. Additive Manufacturing, 62, 103243.

Sharma, R., & Singh, S. (2015). Taguchi optimization of process parameters in friction stir processing of aluminum alloy. Materials Today: Proceedings, 2(4–5), 1383–1388.

Singh, A., & Mehta, D. (2025). A novel Taguchi-based approach for optimizing neural network architectures. Computers in Industry, 157, 103854.

Singh, R., & Verma, P. (2025). Optimization of classroom window design using CFD and the Taguchi method. Energy and Buildings, 305, 113928.

Tanaka, H., & Suzuki, M. (2025). Cross-industry review of autonomous alignment technologies in prefabricated building production. Journal of Cleaner Production, 386,

Wang, X., Liu, Y., & Zhao, Q. (2024). A Novel Taguchi-Based Approach for Optimizing Neural Network Structures in Software Testing. Computers & Industrial Engineering, 189, 110221.

Yılmaz, T., & Kaya, M. (2021). Investigation of the effect of cutting parameters on the surface roughness value in the machining of AISI 4140 steel with Taguchi method. Journal of Materials Research and Technology, 12, 1730–1739.

Zhang, L., & Chen, Y. (2024). A Study on Education Quality Using the Taguchi Method. International Journal of Educational Research, 127, 102635.

Zhao, H., & Li, X. (2025). Active direct methanol fuel cell operating parameters optimization using Taguchi method. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 26(1), 50–58.

YALIN MUHASEBE KONUSUNDAKİ AKADEMİK ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK İNCELEMESİ

Dr. Yusuf KALDIRIM
Milli Eğitim Bakanlığı, İstanbul
ORCID: 0000- 0002-9725-7069

ÖZET

Çalışmanın amacı, yalın muhasebe konusunda yayınlanan akademik çalışmaların tür, yıl, dil, yazar, ülke, anahtar kelime ve yayıncı açısından analiz edilmesidir. Bibliyometrik araştırmalarda sıklıkla Web of Science (WoS) ve Scopus gibi veri tabanları kullanılmaktadır. Konuyla ilgili WoS veri tabanında 43, Scopus veri tabanında 641 akademik çalışma tespit edilmiş, bu sebeple araştırmanın veri seti olarak Scopus veri tabanından elde edilen akademik çalışmalar seçilmiştir. Araştırmada 2020-2025 yılları arasında 23 farklı alanda yayınlanan 641 akademik çalışmanın VOSviewer programı aracılığıyla bibliyometrik analizi yapılmış, bulgular detaylı olarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları; 2006 yılından itibaren konu ile ilgili çalışma sayısının artış eğiliminde olduğunu, en fazla çalışmanın 2015 yılında yayınlandığını, çalışmaların yaklaşık %97'sinin İngilizce olduğunu, Portekizce, İspanyolca, Almanca, Fransızca, Çince ve Arapça dillerinde de çalışmalar bulunduğunu göstermektedir. Çalışmaların yaklaşık %63'ünün makale, % 13'ünün bildiri, kalan çalışmaların kitap, kitap bölümü, inceleme, mektup, editöryal materyal ve not türünde olduğu belirlenmiştir. Konuyla ilgili yayınlanan akademik çalışmalarda en fazla yer alan ilk 5 anahtar kelime, lean manufacturing (yalın imalat/üretim) , lean production (yalın üretim), lean (yalın), lean accounting (yalın muhasebe) ve lean management (yalın yönetim)'tır. Çalışmaların ülkelere göre analizinden elde edilen bulgular, en fazla yayın yapılan ilk 5 ülkenin Amerika (142 yayın), İngiltere (57 yayın), Brezilya (33 yayın), Hindistan (31 yayın) ve İtalya (31 yayın) olduğunu göstermektedir. Konu ile ilgili literatüre en fazla katkı yapan yazarın 28 yayınla Alan D. Smith (atıf sıralamasında 35.), en fazla atıf alan yazarın ise 824 atıfla Sanjay Bhasin (yayın sıralamasında 19.) olduğu tespit edilmiştir. Konuyla ilgili en fazla İşletme, Yönetim ve Muhasebe alanında yayın yapılmış, en fazla çalışma yayınlayan kuruluş ise Journal of Manufacturing Technology Management dergisi olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yalın Muhasebe, Yalın Üretim, Bibliyometrik Analiz, VOSviewer, Scopus

BIBLIOMETRIC REVIEW OF ACADEMIC STUDIES ON LEAN ACCOUNTING

ABSTRACT

The aim of the study is to analyze the academic studies published on lean accounting in terms of type, year, language, author, country, keyword and publisher. Databases such as Web of Science (WoS) and Scopus are frequently used in bibliometric studies. 43 academic studies were identified in the WoS database and 641 in the Scopus database on the subject, therefore, academic studies obtained from the Scopus database were selected as the data set of the research. In the study, bibliometric analysis of 641 academic studies published in 23 different fields between 2020-2025 was conducted using the VOSviewer program, and the findings were evaluated in detail. The analysis results show that the number of studies on the subject has been increasing since 2006, the most studies were published in 2015, approximately 97% of the studies were in English, and there were also studies in Portuguese, Spanish, German, French, Chinese and Arabic. It was determined that approximately 63% of the studies were articles, 13% were reports, and the remaining studies were books, book chapters, reviews, letters, editorial materials, and notes. The first 5 keywords most frequently used in academic studies published on the subject were lean manufacturing, lean production, lean, lean accounting, and lean management. The findings obtained from the analysis of the studies by country show that the first 5 countries with the most publications were the United States (142 publications), the United Kingdom (57 publications), Brazil (33 publications), India (31 publications), and Italy (31 publications). It was determined that the author who contributed the most to the literature on the subject was Alan D. Smith (35th in the citation ranking) with 28 publications, and the author who received the most citations was Sanjay Bhasin (19th in the publication ranking) with 824 citations. The most publications on the subject were in the fields of Business, Management and Accounting, and the source that published the most studies was the Journal of Manufacturing Technology Management.

Keywords: Lean Accounting, Lean Manufacturing, Scopus, VOSviewer, Bibliometric Analysis

UFRS 19 KAPSAMINDA KAMUYA HESAP VERME ZORUNLULUĞU OLMAYAN BAĞLI ORTAKLIKLARIN AÇIKLAMALARI: UMS 12 GELİR VERGİLERİ AÇIKLAMALARININ UFRS 19 AÇIKLAMALARIYLA KARŞILAŞTIRILMASI

İlknur ERGÜN
Lecturer Dr., Tekirdağ Namık Kemal University, Muratlı Vocational School, Department of Business Administration
ORCID: 0000-0002-4958-4815

ÖZET

Uluslararası Muhasebe Standartları Kurumu (UMSK) tarafından UFRS 19 Kamuya Hesap Verme Sorumluluğu Bulunmayan Bağlı Ortaklıklar: Açıklamalar standardı 2024 yılında yayımlanmıştır. Ülkemizde de Kamu Gözetimi Muhasebe ve Denetim Standartları Kurumu (KGK) tarafından Taslak Metin, 2024 yılında kamuoyunun görüşlerine sunulmuştur. Bağlı ortaklıkları da içeren, kamuya hesap verme zorunluluğu olmayan işletmeler, ana şirketleri dolayısı ile UFRS gerekliliklerine göre kayıt yapmaktadırlar. Ancak birçok ülkede kamuya hesap verme zorunluluğu olmayan işletmeler için UFRS'ye alternatif olarak, KOBİ FRS veya yerel raporlama çerçevesi uygulanmaktadırlar. İki farklı raporlama çerçevesine göre kayıt yapmak, bu işletmelerin finansal tablolarını hazırlayanlar ve bu tabloları denetleyenler açısından zaman ve maliyet açısından oldukça külfetlidir. Bunun dışında UFRS'lere göre yapılan açıklamalar, bağlı ortakların finansal tablolarını kullananların bilgi ihtiyaçları ile orantılı değildir. Raporlama çerçevelerinin ilke ve kurallarının farklı olması dolayısı ile üretilen bilgilerde de farklılıklar oluşmaktadır. UFRS 19, ana şirketi UFRS'lere göre raporlama yapan ve kamuya hesap verme zorunluluğu olmayan bağlı ortaklıkların açıklama gerekliliklerini azaltmak amacıyla hazırlanmıştır. Bağlı ortaklıklar açısından UFRS 19'u uygulamak zorunlu değil, ihtiyaridir. UFRS 19'da açıklamaları azaltılan UFRS standartları ve açıklamaların kapsamı yer almaktadır. Çalışmada bu standartlardan UMS 12 Gelir Vergileri standardının açıklama gereklilikleri ile UFRS 19'u uygulayacak olan bir işletmenin ilgili standart uyarınca yapması gereken açıklamalar içerik analizi ile karşılaştırılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda, UMS 12'ye göre yapılacak açıklamaların UFRS 19'da %50 azalmış olduğu tespit edilmiştir. İşletmeler bu kapsamda vergi geliri ya da vergi gideri ile ilgili temel unsurları, dönem kârı üzerinden vergi hesaplanması ile ilgili bilgileri açıklayacaklardır. Böylece açıklama zorunlulukları ile ilgili önemli bir zaman ve maliyet tasarrufu elde edecekleri düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: UFRS 19, Açıklamalar, UMS 12, Gelir Vergileri.

DISCLOSURES BY SUBSIDIARIES WITHOUT PUBLIC ACCOUNTABILITY UNDER IFRS 19: COMPARISON OF IAS 12 INCOME TAX DISCLOSURES WITH IFRS 19 DISCLOSURES

ABSTRACT

The International Accounting Standards Board (IASB) published IFRS 19 Subsidiaries without Public Accountability: Disclosures standard in 2024. In Turkey, the Public Oversight Accounting and Auditing Standards Authority (POA) submitted the draft text for public comment in 2024. Companies that are not required to report to the public, including subsidiaries, are accounted for under IFRS through their parent companies. However, in many countries SME FRS or local reporting frameworks are used as an alternative to IFRS for entities that do not have to account to the public. Reporting under two different reporting frameworks is time consuming and costly for preparers and auditors of the financial statements of these companies. In addition, the disclosures required by IFRSs do not meet the information needs of users of subsidiaries' financial statements. As the principles and rules of the reporting frameworks are different, there are differences in the information produced. IFRS 19 is intended to reduce the disclosure requirements for subsidiaries whose parent company reports in accordance with IFRSs and does not have an obligation to report to the public. IFRS 19 is voluntary, not mandatory, for subsidiaries. IFRS 19 includes IFRS standards with reduced disclosures and scope of disclosures. This study compares, through a content analysis, the disclosure requirements of IAS 12 Income Taxes and the disclosures that an entity that will apply IFRS 19 will be required to make. As a result of the analysis, the disclosures required by IAS 12 are reduced by 50% in IFRS 19. In this context, companies will disclose the main elements of tax income or tax expense and information on the calculation of tax on profit or loss for the period. This is expected to result in significant time and cost savings for companies.

Keywords: IFRS 19, Disclosures, IAS 12, Income Taxes.

GİRİŞ

Uluslararası Finansal Raporlama Standartlarının (UFRS) farklı ülkeler tarafından benimsenmesi, küresel bir finansal raporlama diline duyulan ihtiyaçtan kaynaklanmıştır. Modern ekonomiler sınır ötesi işlemlere ve uluslararası sermayenin serbest akışına güvenmektedir. Dünyada tüm finansal işlemlerin üçte birinden fazlası sınır ötesinde gerçekleşmektedir ve bu sayının artması beklenmektedir. UFRS'ler, dünya çapındaki finansal piyasalara şeffaflık, hesap verebilirlik ve verimlilik getiren yüksek kaliteli, uluslararası alanda tanınan muhasebe standartları seti sağlamaktadırlar.

İşletmeler, muhasebe kayıtlarını farklı raporlama çerçevelerini esas alarak yapmaktadırlar. Kamu sorumluluğu olan şirketler için UFRS'ler uyarınca raporlama yapılması zorunluluğu olan ülkelerde, kamuya hesap verme zorunluluğu olmayan işletmeler için genellikle farklı finansal raporlama çerçeveleri uygulanmaktadır. İşletmelerin yapısına göre raporlama çerçeveleri üç bölüme ayrılabilir (Effect Analysis, 2024: 30);

1) Kamuya hesap verme zorunluluğu olan şirketler: Halka açık şirketleri kapsayan bu grupta yer alan işletmeler UFRS'leri uygulamak zorundadırlar.

2) Bağlı ortaklıkları da içeren, kamuya hesap verme zorunluluğu olmayan şirketleri kapsayan ikinci gruptaki işletmeler, ana şirketleri dolayısı ile UFRS gerekliliklerine göre kayıt yapmaktadırlar. Ancak birçok ülkede kamuya hesap verme zorunluluğu olmayan işletmeler için UFRS'ye alternatif olarak, BOBİ FRS veya yerel raporlama çerçevesi uygulanmaktadır.

3) Daha küçük boyuttaki mikro işletmeler ise genellikle yerel muhasebe çerçevesine göre raporlama yapmaktadırlar. Bunlardan bazıları finansal tablo hazırlamamaktadır.

Ana şirketler, bağlı ortaklıklarının muhasebe kayıtlarını da içeren konsolide finansal tablolar hazırlamaktadırlar. Bir ana şirket UFRS'lere uygun konsolide finansal tablolar hazırladığında, bağlı şirketlerinin ana şirkete UFRS'leri kullanarak raporlama yapması gerekmektedir. Bağlı ortaklıklar kendi kayıtlarını yaparken, BOBİ FRS'leri veya ulusal muhasebe çerçevelerini kullanmaktadırlar. BOBİ FRS veya ulusal raporlama çerçevesi kullanan bağlı ortaklık, bu çerçeveler UFRS gerekliliklerini karşılamadığı için genellikle iki set halinde muhasebe kaydı tutmaktadırlar. Bu durum bağlı ortaklıklar için oldukça külfetli bir işlemdir. Aynı zamanda UFRS'ler gereğince açıklama zorunlulukları, bağlı ortaklıkların finansal tablo kullanıcılarının istekleri ile orantılı değildir (www.ifrs.org/news-and-events, 2024). UFRS 19'un benimsenmesi ile bağlı ortaklıkların katlandığı bu raporlama maliyetin düşürülmesi hedeflenmektedir. Ayrıca küresel şirketler için küresel bir finansal dilin grup genelinde uygulanması da bu standart ile mümkün olmaktadır.

Mayıs 2024'te Uluslararası Muhasebe Standartları Kurulu (UMSK) bağlı kuruluşlar için IFRS 19 Kamusal Hesap Verebilirliği Olmayan Bağlı Kuruluşlar: Açıklamalar adıyla yayımlanmıştır. Türkiye'de Kamu Gözetimi Muhasebe ve Denetim Standartları Kurumu (KGK), bu standardın tercümesi olan Taslak Metni, 11 Kasım 2024'te "TFRS 19 Kamuya Hesap Verme Sorumluluğu Bulunmayan Bağlı Ortaklıklar: Açıklamalar başlığı ile kamuoyunun görüşlerine açmıştır. Standardın yayımlanmasının ardından 1 Ocak 2027'den itibaren uygulanmaya başlanması beklenmektedir. Aşağıda belirtilen üç şartı taşıyan işletmeler, isterlerse bu Standardı uygulayabileceklerdir (KGK.gov.tr, 2024);

a) Standardı uygulayacak olan işletme bir bağlı ortaklık olmalıdır.

b) İşletmenin kamuya hesap verme sorumluluğu olmamalıdır.

c) İşletmenin kamunun kullanımına açık UFRS'lere uygun konsolide finansal tablo hazırlayan bir ana ortaklığa veya ara kademe bir ana ortaklığa sahip olması gereklidir.

Standardı uygulayan işletmeler, işlemlerinde ilgili UFRS'ye göre raporlama yapacaklardır. Ancak açıklama gereklilikleri konusunda IFRS 19'da yer alan azaltılmış açıklamaları yapacaklardır. Çalışmada UFRS'lere tabi her işletmenin UMS 12 Gelir Vergileri uyarınca raporlama yapmalarından dolayı, UMS 12 açıklamaları ile UFRS 19'da yer alan Gelir Vergileri ile ilgili açıklama zorunluluklarını karşılaştırmak amaçlanmıştır. UFRS 19 ile ilgili literatürde çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

UFRS 19 STANDARDININ KAPSAMI

9 Mayıs 2024'te UMSK, bağlı kuruluşlar için, IFRS 19 Kamusal Hesap Verebilirliği Olmayan Bağlı Kuruluşlar: Açıklamalar standardını yayımlanmıştır. UFRS 19, gönüllülük esasına göre uygulanacak olan bir açıklama standardıdır. Standart, ana şirketin IFRS Muhasebe Standartlarını uygulayarak konsolide mali tablolar hazırlaması durumunda, bağlı şirketlerin mali tablolarının hazırlanmasında karşılaşılan aşağıdaki karmaşıklıkları çözmek için 2015 Gündem Danışma Toplantısı'na ilişkin paydaş geri bildirimlerine yanıt olarak yayınlanmıştır (KPMG, 2024);

- ✓ Bağlı ortaklığın uyguladığı yerel bir muhasebe çerçevesi vardır veya KOBİ'ler için muhasebe standartlarını uygulamaktadır. Bazen uygulanan muhasebe çerçevesinin farklı olması nedeni ile bağlı şirketlerin kendi finansal tabloları ile grup konsolidasyon amaçları için ana şirketlerine bildirilen tutarlar arasında tanıma ve ölçüm farklılıkları oluşmaktadır.
- ✓ UFRS Muhasebe Standartlarını uygulayan bağlı kuruluşlar, standartlarda yer alan açıklama gerekliliklerinin, finansal tablo kullanıcılarının bilgi ihtiyaçlarıyla orantılı olmadığını düşünmektedirler.

Standart kapsamında yer alan bir bağlı ortaklık, işlemlerinde açıklama hükümleri hariç, finansal işlemleri ile ilgili standartların gereklerine uygun olarak muhasebeleştirme kayıtlarını uygulamaya devam etmektedir. UFRS 19'u uygulamayı tercih etti ise sadece UFRS 19'da yer alan azaltılmış açıklama gerekliliklerini uygulamak durumundadır. Bu şekilde finansal tablo

kullanıcılarının bilgi ihtiyaçları karşılanmış olurken, finansal tablo hazırlayanlar açısından maliyet tasarrufu sağlanmaktadır (Effect Analysis, 2024: 2).

Standart kapsamında yer alan bağlı kuruluşlar, UFRS'leri uygularken, azaltılmış açıklama gerekliliklerıyle birlikte raporlama yapabileceklerdir. Bu standarttan yararlanacak olan bağlı ortaklığın, kamusal hesap verme zorunluluğu olmamalıdır. Bunun yanında bağlı ortaklığın ana şirketinin IFRS Muhasebe Standartları uyarınca kamunun kullanımına sunulan konsolide mali tablolar raporlaması gereklidir (UFRS 17, p.7). Bir işletmenin kamuya hesap verme zorunluluğunun olmadığını değerlendirirken iki kriter dikkate alınmaktadır (UFRS 17, p.11);

- ✓ İşletmenin borçlanma veya özkaynak araçları, kamuya açık bir piyasada işlem görmemeli veya yerel ve bölgesel piyasalar dahil olmak üzere kamuya açık bir piyasada işlem görmek üzere bu tür araçları ihraç etme sürecinde olmamalıdır.
- ✓ Bankalar, kredi birlikleri, sigorta şirketleri, menkul kıymet aracıları, yatırım fonları ve yatırım bankaları gibi işletmenin temel faaliyetlerinden biri olarak işletme dışı geniş bir grup için emanetçi sıfatıyla varlık bulundurmamalıdır.

UMSK, KOBİ'ler için muhasebe standartlarını geliştirirken uyguladığı ilkeleri, UFRS 19'u uygulayan işletmelerin açıklama gerekliliklerini azaltmak için de uygulamıştır. Kurul, kamusal hesap verebilirliği olmayan bağlı kuruluşların, azaltılmış açıklama gereklilikleri taleplerini, finansal tablolarının kullanıcılarının bilgi ihtiyaçlarıyla dengelemeye çalışmıştır. Bunun için de KOBİ'ler için muhasebe standartlarını esas almıştır. Açıklama gerekliliklerini azaltmak için temel ilkeler Tablo 1'de sunulmuştur (Effect Analysis, 2024: 26).

Tablo 1. Açıklama Gerekliliklerini Azaltmak İçin Temel İlkeler

Likidite ve ödeme gücü	İşletmenin, nakit akışı yaratma ve sürdürülebilirliğini devam ettirme yeteneği hakkında bilgi
Kısa vadeli nakit akışları, yükümlülükler, taahhütler ve şarta bağlı yükümlülükler	İşletmenin yükümlülüklerini yerine getirme kabiliyetine ilişkin bilgiler
Ölçüm belirsizlikleri	Finansal tablolardaki tutarların nasıl ölçüldüğüne ilişkin bilgiler ve bu hesaplamalarda kullanılan önemli yargılar ve tahminler
Seçilen muhasebe politikaları	Özellikle birden fazla muhasebe politikası seçeneği mevcut olduğunda, şirket tarafından uygulanan muhasebe politikası hakkında bilgi
Tutarların ayrıştırılması	Finansal tablolarda sunulan tutarların bileşenlerine ayrılmasına ilişkin bilgiler

UFRS 19'a geçişin olumlu etkisi, kapsam içerisinde yer alan bağlı ortaklıkların, finansal tablolarındaki açıklamaların azaltılmasından ve bu açıklamaların hazırlanması ve denetlenmesi ile ilgili zaman, maliyet ve çabanın azalmasından kaynaklanmaktadır. Açıklamalardaki azalma, işletmelerin yapısına göre farklılık gösterecektir. Uygulama sonucunda bazı işletmeler için

önemli ölçüde bir azalma söz konusu olabilir. Potansiyel etkileri değerlendirmek için UMSK tarafından yapılan bir çalışmada, UFRS 19'da bir alt başlıkta yer alan açıklama sayısı ile ilgili UFRS'de yer alan açıklama sayısı karşılaştırılarak azalmanın düzeyi tespit edilmeye çalışılmıştır. Buna göre, tespit edilen azalma oranları aşağıda yer almaktadır (Effect Analysis, 2024: 19);

- ✓ UFRS 12 Diğer İşletmelerdeki Paylara İlişkin Açıklamalar: %68 azalma
- ✓ UFRS 15 Müşteri Sözleşmelerinden Hasılat: %52 azalma
- ✓ UMS 12 Gelir Vergileri: %53 azalma
- ✓ UMS 16 Maddi Duran Varlıklar: %64 azalma

YÖNTEM

UFRS 19'un uygulanmasına 2027 yılından itibaren başlanacak olup, ülkemizde Taslak Metin yayımlanmıştır. Standardın uluslararası düzenlemelere paralel olarak ülkemizde de 2027 yılından itibaren yürürlüğe girmesi beklenmektedir. Kamuya hesap verme zorunluluğu olmayan bağlı ortaklıkların, açıklama gerekliliklerinin azaltılması ile ve bu açıklamaların hazırlanması ve denetlenmesi ile ilgili zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaları beklenmektedir. Bu amaçla çalışmada UFRS açıklama gereklilikleri ile UFRS 19'da ilgili standartlar kapsamında yapılacak açıklamalar karşılaştırılmış ve beklenen azalmanın işletmeler üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Standartlar her işletmenin faaliyeti ile paralel olarak işletmeler üzerinde farklı etkiler yaratmaktadır. Ancak kâr amaçlı kurulmuş tüm işletmeler için UMS 12 Gelir Vergileri standardı önem arz etmektedir. Bu nedenle çalışmada bu standart ile UFRS 19 açıklama gereklilikleri karşılaştırılmıştır. UFRS 19'da belirtilen azaltılmış açıklama gereklilikleri, diğer standartlar için de söz konusudur. Araştırmada sadece UMS 12 açıklama gerekliliklerinin değerlendirilmesi, çalışmanın kısıtını oluşturmaktadır.

Çalışmada her iki standardın açıklama gereklilikleri içerik analizi yöntemi ile incelenmiştir. Öncelikle, UMS 12'de belirtilen açıklama konuları ile UFRS 19' a göre yapılacak açıklamalar tespit edilmiştir. UMS 12'de yer alan açıklama UFRS 19 var ise "var", yoksa "açıklama yok" şeklinde ifade edilmiştir. Ardından azaltılmış olan açıklamaların önemi değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

UFRS'leri uygulayan bir işletmede UMS 12 Gelir Vergileri standardı gereğince ve UFRS 19'u gönüllü olarak uygulayan işletmelerin yapacakları gelir vergileri açıklamaları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. UMS 12 Açıklamaları ile IFRS 19 'da Yer Alan Gelir Vergileri Açıklamalarının Karşılaştırılması

	UMS 12 Gelir Vergileri Açıklamaları	**UFRS 19 Açıklamalar (UMS 12 Gelir Vergileri)**
1	Vergi giderinin/ gelirinin ana unsurları ayrı ayrı kamuoyuna açıklanır.	Var
2	Özkaynağa doğrudan borç veya alacak olarak kaydedilmiş olan dönem vergisi ve ertelenmiş verginin toplam tutarı	Var
3	Diğer kapsamlı gelirin her bir kalemiyle ilgili gelir vergisi tutarı	Var
4	Vergi gideri (geliri) ve muhasebe kârı arasındaki ilişki aşağıdaki yöntemlerden biri ya da her ikisi birden kullanılarak açıklanmalıdır; a) Vergi gideri ya da vergi geliri tutarı ile muhasebe kârının vergi oranı ile çarpılması sonucu elde edilen tutar ile mutabakatı. Uygulanan vergi oranı da açıklanmalıdır. b) Ortalama etkin vergi oranı ile normal vergi oranının rakamsal mutabakatı. Vergi oranları da açıklanmalıdır.	Var
5	Önceki hesap dönemi ile cari dönem karşılaştırması sonucunda vergi oranlarında meydana gelen değişim.	Var
6	Finansal durum tablosunda, ertelenmiş vergi varlığı muhasebeleştirilmemiş olan indirilebilir geçici farkların, kullanılmamış birikmiş mali zararların ve birikmiş vergi avantajlarının tutarları (varsa zaman aşımı tarihleri de açıklanır.)	Var
7	Her bir çeşit geçici fark, kullanılmamış mali zararlar ve vergi avantajları için aşağıdaki açıklamalar yapılır: a) Finansal durum tablosunda yer alan ertelenmiş vergi varlığı ile borcunun sunumu yapılan dönemler itibariyle tutarları; b) Finansal durum tablolarındaki değişikliklerden anlaşılması açık değilse, kapsamlı gelir tablosunda raporlanmış olan ertelenmiş vergi gelirinin (giderinin) tutarı;	Var
8	Bir işletme, standardın 52A paragrafında belirtilen durumlarda, ortaklarına temettü dağıtmasının olası gelir vergisi etkilerinin niteliklerini açıklar.	Var
9	8. maddede açıklanan duruma ek olarak, işletme, belirlenmesi mümkün olan olası gelir vergilerinin tutarını ve belirlenmesi mümkün olmayan gelir vergilerinin olup olmadığını da açıklar.	Açıklama yok
10	Bağlı ortaklıklar, şubeler ve iştirakler ile müşterek anlaşmalardaki hisseler ile ilgili, henüz ertelenmiş vergi borcu muhasebeleştirilmemiş geçici farkların toplam tutarı	Açıklama yok
11	Durdurulan faaliyetlere ilişkin olarak, vergi giderinin ilgili olduğu aşağıdaki açıklamalar yapılır; a) Faaliyete son verme kârı veya zararı ve b) Durdurulan olağan faaliyetlerinden hesap döneminde ve sunumu yapılan diğer dönemlerde elde edilen kâr veya zarar;	Açıklama yok
12	Finansal tabloların yayımlanmasından önce, işletme ortaklarına dağıtılması önerilen ve açıklanan fakat finansal tablolarda borç olarak muhasebeleştirilmemiş temettülerin, gelir vergisi açısından sonuçlarının tutarı	Açıklama yok
13	Bir işletme birleşmesinde, edinen işletmenin edinme tarihinden önceki muhasebeleştirdiği vergi varlıkları tutarında değişim meydana gelir. İşletme bu değişimin tutarını açıklamalıdır.	Açıklama yok
14	İşletme birleşmesi sonucunda elde edilen ertelenmiş vergi faydalarının, elde etme tarihinden sonra muhasebeleştirilmesi durumunda, ertelenmiş vergi faydalarının muhasebeleştirilmesine neden olacak olan bir olay tanımı veya koşullardaki değişiklik.	Açıklama yok
15	Bir işletme, aşağıdaki paragraflarda belirtilen, ertelenmiş vergi varlığının tutarını ve muhasebeleştirilmesine esas teşkil eden durumları kamuoyuna açıklar:	Açıklama yok

	a) Ertelenmiş vergi varlığının kullanılmasının gelecekte mevcut vergilendirilebilir geçici farkların tersine dönmesinin yaratacağı geliri aşacak tutarlarda gelir elde edilmesine bağlı olması b) İşletmenin ertelenmiş vergi varlığının ilgili olduğu vergi idaresinin bulunduğu yerdeki faaliyetlerinin cari hesap döneminde veya bir önceki hesap döneminde zararlı olması	
16	TMS 37 Karşılıklar, Koşullu Borçlar ve Koşullu Varlıklar standardı gereğince vergi ile ilgili koşullu borçlarını ve koşullu varlıklar açıklanır.	Açıklama yok

Tablo 2'de sunulduğu üzere, UMS 12'ye göre yapılması gereken açıklama sayısı 16 iken, UFRS 19'a göre 8 adet açıklama yapılması zorunluluğu belirtilmiştir. Her iki standartta açıklanması zorunlu olan konuların ortak olduğu da tespit edilen diğer husustur.

Vergi geliri ya da gideri raporlamış işletmeler, bunlarla ilgili ana unsurları raporlamalıdır. Özkaynakta yer alan dönem vergisi ile ertelenmiş vergi ve kapsamlı gelirde yer alan kalemler ile ilgili gelir vergileri de açıklanması gereken konulardandır. Vergi geliri/gideri ve dönem kârı arasındaki ilişki ayrıntılı olarak ifade edilirken, varsa dönemler arasında vergi oranlarında değişim de açıklanmalıdır. Ertelenmiş vergi varlığı muhasebeleştirilmemiş olan indirilebilir geçici farklar, kullanılmamış birikmiş mali zararların ve birikmiş vergi avantajlarının tutarı ve bunlarla ilgili açıklamalar, temettü dağıtımı ile gelir vergisi ilişkileri ortak olarak açıklanması gereken konulardır.

UFRS 19'a göre açıklanmayacak olan ve Tablo 2'de açıklanan diğer konuların ana işletme tarafından yapılması ve gerekmektedir.

SONUÇ

Kamu 'ya hesap verme zorunluluğu olmayan bağlı ortaklıklar, bağlı olduğu ana ortaklığa bilgi verirken UFRS'lere göre raporlama yapmak durumundadırlar. Ancak çoğu ülkede bu işletmeler ayrıca BOBİ FRS veya yerel raporlama çerçevesine uygun olarak da kayıtlarını tutmaktadırlar. Bu raporlama çerçeveleri birbirinden farklı olduğundan üretilen finansal bilgilerde de farklılık olmaktadır. UFRS 19'un, bağlı ortaklıkların açıklama gereklilikleri nedeni ile zaman ve maliyet külfetini azaltırken, ana ortaklık ile bağlı ortaklık arasındaki bilgi akışını da kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

Çalışmada, UFRS'leri uygulayan bir işletmede UMS 12 Gelir Vergileri standardı gereğince ve UFRS 19'u gönüllü olarak uygulayan işletmelerin yapacakları gelir vergileri açıklamaları karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmede UMS 12'ye göre 16 konu başlığı açıklama gerekliliği iken, UFRS 19'da yer alan açıklamaların 8 konu başlığında yer aldığı görülmektedir. Bu 8 konu, UMS 12'de de yer almaktadır. Bundan dolayı açıklama zorunluluklarının IASB'ın yaptığı araştırma sonuçları ile paralel olarak % 50 azalmış olduğu söylenebilir. Bu da bağlı ortaklıklar açısından oldukça önemli olup, zaman ve maliyet tasarrufu elde edebilecekleri

düşünülmektedir. Ayrıca bağlı ortaklıkların finansal tablo kullanıcıları için önemli olmayan açıklamalar, finansal tablolarda yer almamaktadır.

UFRS 19 henüz uygulanmadığı için, çalışmanın 2027 yılından itibaren uygulama sonuçlarını içerecek şekilde, ana ortaklık açıklamaları ve bağlı ortaklık açıklamaları karşılaştırılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

IFRS Vakfı (2024). Effects Analysis, IFRS 19 Subsidiaries without Public Accountability: Disclosures, https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/publications/amendments/english/2024/ifrs19-effectsanalysis.pdf, Erişim tarihi: 14.03.2025

KGK, (2024). https://www.kgk.gov.tr/ContentAssignmentDetail/5054/TFRS-19-Kamuya-Hesap-Verme-Sorumlulug%CC%86u-Bulunmayan-Bag%CC%86l%C4%B1-Ortakl%C4%B1klar:-Ac%CC%A7%C4%B1klamalar-Taslak-Metni-Kamuoyu-Go%CC%88ru%CC%88s%CC%A7u%CC%88ne-Ac%CC%A7%C4%B1lm%C4%B1s%CC%A7t%C4%B1r-, Erişim tarihi: 16.03.2025

KPMG, (2024). IFRS 19 – Reducing subsidiaries' disclosures, https://kpmg.com/us/en/articles/2024/ifrs-19-reducing-subsidiaries-disclosures.html Erişim tarihi:14.03.2025

TFRS 19 Kamuya Hesap Verme Sorumluluğu Bulunmayan Bağlı Ortaklıklar: Açıklamalar, https://kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/v2/Diger/TFRS_19.pdf

TMS 12 Gelir Vergileri, https://kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/T%C3%BCrkiye%20Muhasebe%20Standartlar%C4%B1/TMSTFRS2018Seti/TMS/TMS_12_2018.pdf

https://www.ifrs.org/news-and-events/news/2024/05/iasb-simplifies-financial-reporting-for-eligible-subsidiary-companies-with-new-ifrs-accounting-standard/, Erişim tarihi:14.03.2025

SAĞLIK İLETİŞİMİNDE PAZARLAMA STRATEJİLERİNİN TÜKETİCİ TUTUMUNA ETKİSİ

İlgar ALİYEV
YL öğrencisi, Nişantaşı Üniversitesi (İstanbul, Türkiye)
ORCID: 0009-0006-9955-889X

ÖZET

Bu çalışma, Instagram'daki doktor-influencer'ların sağlık temalı paylaşımlarına yapılan kullanıcı yorumlarını tematik analiz yöntemiyle inceleyerek, tüketici tutumlarını bilişsel, duygusal ve davranışsal boyutlarda değerlendirmektedir. Araştırmanın temel amacı, dijital sağlık iletişiminde etkileyen pazarlamanın tüketici tutumları üzerindeki etkilerini çok boyutlu bir biçimde incelemektir. Bu doğrultuda, seçilen 8 doktor-influencer'a ait toplam 16 paylaşım altında yer alan kullanıcı yorumları manuel olarak toplanmış ve bilişsel, duygusal ve davranışsal temalar temelinde kodlanarak sistematik biçimde analiz edilmiştir. İçerik analizine ek olarak, tematik yoğunluk analizi ile her bir temanın paylaşım bazında dağılımı ve genel eğilimleri belirlenmiş, ardından bu temalar arasındaki ilişkileri ortaya koymak üzere regresyon analizi uygulanmıştır. Ayrıca, yorumlarda en sık karşılaşılan ifadeleri görselleştirmek amacıyla kelime bulutu analizi gerçekleştirilmiş ve kullanıcıların içeriklere yönelik ilgileri sözcük düzeyinde incelenmiştir. Bu çoklu yöntemsel yaklaşım, hem kullanıcıların sağlık içeriklerine verdikleri tepkilerin doğasını anlamaya hem de rasyonel bilgi talebi ile duygusal etkileşim arasındaki bağları ortaya koymaya olanak sağlamıştır. Yorumların %39'unun bilişsel, %37'sinin duygusal ve %24'ünün davranışsal kodlar içerdiği tespit edilmiştir. Bu dağılım, kullanıcıların sadece bilgi edinme amacıyla değil, aynı zamanda duygusal bağ kurma yönelimiyle içeriklere tepki verdiğini göstermektedir. Kelime bulutu analizinde en sık karşılaşılan ifadeler "hocam" (346), "merhaba" (79), "teşekkürler" (56), "kullanıyorum" (56) ve "nedir" (45) olup, bu durum içerik sağlayıcılara duyulan güveni, minnettarlığı ve bilgi arayışını ön plana çıkarmaktadır. Araştırmanın bulguları, sağlık iletişiminin yalnızca rasyonel bilgi aktarımından ibaret olmadığını; güven, aidiyet ve empati gibi duygusal boyutların da kullanıcı etkileşimlerinde belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Instagram gibi sosyal medya platformları, sağlık içeriklerini sadece paylaşmakla kalmayıp, kişisel bağ kurma imkânı da sunduğundan, kullanıcıların içerik üreticilerine duyduğu güveni artırmaktadır.

Bu nedenle, doktor-influencer'ların içerik stratejilerinin yalnızca akademik doğruluğa değil, aynı zamanda duygusal etkileşim ve kullanıcı dostu anlatıma da odaklanması, daha yüksek etkileşim ve sağlık okuryazarlığı açısından fayda sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Etkileyen Pazarlama, Sağlık İletişimi, Tüketici Tutumu, Sosyal Medya, İçerik Analizi.

THE IMPACT OF MARKETING STRATEGIES ON CONSUMER ATTITUDES IN HEALTH COMMUNICATION

ABSTRACT

The study examines user comments on health-themed posts shared by doctor-influencers on Instagram through thematic analysis, evaluating consumer attitudes across cognitive, emotional, and behavioral dimensions. The main objective of the research is to investigate the effects of influencer marketing on consumer attitudes within the context of digital health communication from a multidimensional perspective. Accordingly, user comments under 16 posts shared by 8 selected doctor-influencers were manually collected and systematically analyzed based on cognitive, emotional, and behavioral themes. In addition to content analysis, thematic intensity analysis was conducted to determine the distribution of each theme by post and to identify general trends, followed by regression analysis to explore the relationships between these themes. Furthermore, a word cloud analysis was performed to visualize the most frequently used expressions in the comments and to examine user interest in the content at the lexical level. This multi-method approach enabled an understanding of the nature of user responses to health content and revealed the links between rational information seeking and emotional interaction. It was found that 39% of the comments were coded as cognitive, 37% as emotional, and 24% as behavioral. This distribution indicates that users respond to content not only with the intention of acquiring information but also with a desire to form emotional connections. The most frequently encountered expressions in the word cloud were "hocam" (346), "merhaba" (79), "teşekkürler" (56), "kullanıyorum" (56), and "nedir" (45), highlighting trust in the content providers, gratitude, and a strong pursuit of knowledge. The findings reveal that health communication is not limited to rational information transfer, but also shaped by emotional dimensions such as trust, belonging, and empathy. Social media platforms like Instagram not only serve as channels for sharing health content but also provide opportunities for users to establish personal bonds, thereby enhancing their trust in content creators. Therefore, it is suggested that doctor-influencers design their content strategies not only with

academic accuracy in mind but also by focusing on emotional engagement and user-friendly communication, which may contribute to higher interaction and improved health literacy.

Keywords: Influencer Marketing, Health Communication, Consumer Attitude, Social Media, Content Analysis.

DİJİTALLEŞMENİN VERGİ DENETİMİNE ETKİSİNİN ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Kaan SOĞANCI
Suleyman Demirel University, Graduate School of Social Sciences, Department of Business Administration 32260 Çünür, Isparta
ORCID: 0009-0005-0105-1410
Mahmut Sami ÖZTÜRK
Suleyman Demirel University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, 32260 Çünür
ORCID: 0000-0002-7657-3150

ÖZET

Vergi ülkelerin tamamı için en önemli kamu kaynaklarının başında yer almaktadır. Topluma hizmet sunabilmek için devletler vergi gelirlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Verginin elde edilmesi, kamu hizmetlerinin sürdürülebilir hale gelmesi ve vergi toplama hususunda adaletli bir sistemin oluşturulabilmesi için vergi denetimi son derece önemli bir yer tutmaktadır. Dijitalleşme teknolojik gelişmeler ile birlikte günümüzde her alanda etkisini göstermektedir. Vergi denetimi konusunda da dijitalleşmenin çok önemli etkileri bulunmaktadır. Dijitalleşme ile birlikte vergi denetimi sürecinde büyük değişiklikler meydana gelmiştir. Dijitalleşme vergi denetimine birçok konuda etki etmiştir. Bu çalışmanın amacı dijitalleşmenin vergi denetimine olan etkisinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda vergi denetimine etki eden faktörlerin önem dereceleri ve etki düzeyleri araştırılmaktadır. Faktörlerin önem derecelerinin tespit edilebilmesi için çalışmada analitik hiyerarşi prosesi yöntemi kullanılmıştır. Çalışma kapsamında beş temel başlık altında dijitalleşmenin vergi denetimindeki etkisi incelenmiştir. Bunlar büyük veri kullanımı, yapay zekâ uygulamaları, zaman tasarrufu, otomasyon sistemleri ve veri güvenliği konularıdır. Uzman görüşlerinden yararlanılarak beş temel faktör ikili olarak karşılaştırılmış ve analitik hiyerarşi prosesi yöntemi sayesinde edilen çözüm yardımı ile beş temel faktörün önem derecesi tespit edilmiştir. Böylece dijitalleşmenin hangi konularda vergi denetimine daha çok etki ettiği hangi konularda nispeten daha az etkide bulunduğu araştırılmıştır. Analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile gerçekleştirilen hesaplamalar neticesinde vergi denetimine en çok büyük veri kullanımın etki ettiği görülmüştür. Büyük verinin ardından yapay zekâ uygulamalarının vergi denetimindeki etkinliğinin ikinci en yüksek faktör olduğu tespit edilmiştir. Bu iki faktörün ardından vergi denetimine etki eden faktörler önem derecesi sırası ile şu şekildedir: zaman tasarrufu, veri güvenliği ve otomasyon sistemleridir. Sonuç olarak vergi denetimine en çok büyük veri kullanımı etki ederken nispeten en az otomasyon sistemleri etki etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme, vergi denetimi, analitik hiyerarşi prosesi yöntemi, teknoloji

EXAMINING THE EFFECT OF DIGITALIZATION ON TAX AUDIT WITH THE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS METHOD

ABSTRACT

Tax is one of the most important public resources for all countries. States need tax revenues to provide services to the society. Tax auditing is extremely important for obtaining taxes, making public services sustainable and creating a fair system in terms of tax collection. Digitalization is showing its effect in every field today with technological developments. Digitalization also has very important effects on tax auditing. Major changes have occurred in the tax auditing process with digitalization. Digitalization has affected tax auditing in many ways. The aim of this study is to examine the effect of digitalization on tax auditing. For this purpose, the importance and impact levels of the factors affecting digitalization are investigated. The analytical hierarchy process method was used in the study to determine the importance of the factors. Within the scope of the study, the effect of digitalization on tax auditing was examined under five main headings. These are big data usage, artificial intelligence applications, time saving, automation systems and data security issues. Five basic factors were compared in pairs by using expert opinions and the importance level of the five basic factors was determined with the help of the solution obtained thanks to the analytical hierarchy process method. Thus, it was investigated which issues digitalization has the greatest impact on tax auditing and which issues it has relatively less impact on. As a result of the calculations made with the analytical hierarchy process method, it was seen that the use of big data has the greatest impact on tax auditing. It was determined that the effectiveness of artificial intelligence applications in tax auditing is the second highest factor after big data. After these two factors, the factors affecting tax auditing are as follows in order of importance: time saving, data security and automation systems. As a result, the use of big data has the greatest impact on tax auditing, while automation systems have the least impact.

Keywords: Digitalization, tax audit, analytical hierarchy process method, technology

1.GİRİŞ

Ülkelerde uygulanan vergi politikalarının olumlu sonuçları, beyan edilen vergilerin doğruluğuna ve vergilerin tam ve zamanında ödenmesine bağlıdır. Vergi denetimi, ödenecek vergilerin doğruluğunu sağlamaktadır. Vergi denetimi bütün ülkeler için son derece önemli bir kavramdır. Her ülke kendi vergi denetim yapısını optimum düzeye getirmek ister. Denetimle birlikte, mükelleflerin vergi işlevi ve bu işlemlere ilişkin defter ve belgeler üzerinde yapılan incelemeler ile hata, hile ve eksiklikleri bulup düzeltmeyi ve hata ve hilelerin oluşmasını önlemeyi amaçlayan keşif işlevi söz konusudur. Vergi denetiminin etkinliğinin sağlanması,

etkili vergi yönetimiyle sonuçlanabilmektedir. Hedeflerin gerçekleştirilmesi için zorunlu olan vergi denetimi, mükelleflerin vergi uyumuna da katkıda bulunacaktır. Belirli dönemlerde denetleneceğini düşünen mükelleflerin gönüllü uyumu güçlenecektir. Tüm bunlar etkili bir denetim sistemiyle başarılabilir (Avcı ve Demirci, 2021). Dijitalleşme sürecinin hız kazanması, sektör genelinde verimlilik ve kalite artışı açısından önemli etkiler yaratması beklenmektedir. Rekabetçi kalabilmek ve müşterilere uygun iş çözümleri sunabilmek adına temel veri analizi günümüzde bir gereklilik hâline gelmiştir. Yapay zekâ destekli uygulamalar, özellikle yoğun iş günlerine yönelik hazırlıklarda stratejik bir rol oynamakta ve daha bireyselleştirilmiş, ilgili hizmet alanlarının oluşturulmasına katkı sunmaktadır. Günlük operasyonlara ilişkin eğilimlerin doğru bir biçimde tespit edilmesi ve sunulan hizmetlerin bireysel ihtiyaçlara göre uyarlanması, hem değer üretimini artırmakta hem de bu değerin algılanan önemini güçlendirmektedir. Kişiselleştirme odaklı süreçler, aynı zamanda takip eden hizmet sorgularının niteliğini artırarak operasyonel verimliliği de ileriye taşımaktadır. Sektördeki düşük giriş engelleri ve artan rekabet baskısı, işletmeleri daha ölçeklenebilir modellere geçmeye zorlamakta; bu da aynı maliyetle daha fazla katma değer sunmayı zorunlu kılmaktadır. Kişiselleştirilmiş tekliflere dayanan değer odaklı iş modellerinin, müşteri sadakati ile marka bilinirliğini artırması ve dolayısıyla gelirleri olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir. Günümüzdeki eğilimler, işletmelerin sürdürülebilir büyüme ve etkin dönüşüm süreçlerini yönetebilmek için nitelikli danışmanlık hizmetlerine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, vergi denetimi işletme gelişimi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Öte yandan, işletme geliştirme trendleri, vergi denetim hizmetlerinin çeşitlendirilmesini teşvik etmekte; bu da ayrı bir araştırma ve uygulama alanı olarak değerlendirilmelidir (Olendiy vd., 2023).

Literatürde teknolojinin ve dijitalleşmenin vergi denetimi üzerinde etkisi konusunda çeşitli çalışmalar yer almaktadır (Cipek ve Ljutic, 2021; Cipek, 2021; Reunova vd., 2021; Decman, 2019; Adiloğlu ve Güngör, 2019; Ahmed, 2024; Bezverkhyi ve Poddubna, 2022; Hanfy vd., 2024). Farklı olarak bu çalışmada dijitalleşme kapsamında vergi denetimine etki eden faktörlerin önem dereceleri ve etki düzeyleri araştırılmaktadır. Faktörlerin önem derecelerinin tespit edilebilmesi için çalışmada yöntem olarak analitik hiyerarşi prosesi yöntemi kullanılmıştır. Böylece en yüksek ve en az etkili faktörlerin tespit edilmesi sağlanmaktadır.

2.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu araştırmanın amacı, dijitalleşmenin ve teknolojideki ilerlemenin vergi denetimine olan etkisinin incelenmesidir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile dijitalleşme kapsamında vergi denetimine etki eden faktörlerin önem

dereceleri çalışmada araştırılmaktadır. Bu doğrultuda dijitalleşme bağlamında vergi denetimine en fazla ve en az etki eden faktörler tespit edilmek istenmektedir.

Çalışma kapsamında kullanılan veriler, uzmanlardan elde edilen görüşler yardımı ile toplanmıştır.

Dijitalleşme konusunda vergi denetimine etki eden beş ana faktör tespit edilmiştir. Belirlenen beş temel faktör, vergi denetiminde büyük veri kullanımı, yapay zekâ uygulamalarının vergi denetiminde uygulanması, dijitalleşme ile birlikte zaman tasarrufunun elde edilmesi, vergi denetiminde otomasyon sistemlerinin kullanımı ve dijitalleşme ile birlikte vergi denetiminde veri güvenliğinin sağlanmasıdır. Beş ana başlık altında bir araya getirilen yukarıda belirtilen faktörler Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Dijitalleşme Kapsamında Vergi Denetimine Etki Eden Faktörler

Büyük Veri
Yapay Zekâ
Zaman Tasarrufu
Otomasyon Sistemleri
Veri Güvenliği

Araştırmada kullanılmak üzere seçilen analitik hiyerarşi süreci yönteminde kullanılan adımlar aşağıda sırayla sunulmuştur.

Öncelikle dijitalleşme bağlamında vergi denetimine etki eden faktörlerin önem düzeyleri ikili olarak karşılaştırılmıştır. İkili karşılaştırma sonuçlarından elde edilen veriler Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Faktörlerin İkili Olarak Karşılaştırılması

Faktörler										**Faktörler**
Büyük Veri	9	7	5	**3**	1	3	5	7	9	Yapay Zekâ
Büyük Veri	9	7	**5**	3	1	3	5	7	9	Zaman Tasarrufu
Büyük Veri	9	7	5	**3**	1	3	5	7	9	Otomasyon
Büyük Veri	9	7	5	**3**	1	3	5	7	9	Veri Güvenliği
Yapay Zekâ	9	7	5	**3**	1	3	5	7	9	Zaman Tasarrufu
Yapay Zekâ	9	7	5	**3**	1	3	5	7	9	Otomasyon
Yapay Zekâ	9	7	5	**3**	1	3	5	7	9	Veri Güvenliği
Zaman Tasarrufu	9	7	5	**3**	1	3	5	7	9	Otomasyon
Zaman Tasarrufu	9	7	5	3	**1**	3	5	7	9	Veri Güvenliği
Otomasyon	9	7	5	3	**1**	3	5	7	9	Veri Güvenliği

İkili karşılaştırma sonucunda elde edilen verileren bir matris oluşturulmuştur. Faktörlerin ikili olarak karşılaştırmalarını gösteren ikili karşılaştırma matrisi Tablo 3'de yer almaktadır.

Tablo 3. İkili Karşılaştırma Matrisi

	Büyük Veri	Yapay Zekâ	Zaman Tasarrufu	Otomasyon	Veri Güvenliği
Büyük Veri	1	3	5	3	3
Yapay Zekâ	1/3	1	3	3	3
Zaman Tasarrufu	1/5	1/3	1	3	1
Otomasyon	1/3	1/3	1/3	1	1
Veri Güvenliği	1/3	1/3	1	1	1

İkili karşılaştırma matrisindeki verilerin sayı olarak gösterilmesi için ifadeler sayılara dönüştürülmüştür. İkili karşılaştırma matrisinin sayısal gösterimi Tablo 4'de yer almaktadır.

Tablo 4. İkili Karşılaştırma Matrisinin Sayısal Gösterimi

	Büyük Veri	Yapay Zekâ	Zaman Tasarrufu	Otomasyon	Veri Güvenliği
Büyük Veri	1	0,1428571	0,2	0,3333333	3
Yapay Zekâ	7	1	3	5	9
Zaman Tasarrufu	5	0,3333333	1	3	5
Otomasyon	3	0,2	0,3333333	1	3
Veri Güvenliği	0,3333333	0,1111111	0,2	0,3333333	1

Elde edilen karşılaştırma matrisindeki verilerin normalleştirilmesi gerekmektedir. Verileri normalleştirmek için öncelikle her sütundaki sayıları toplamak gerekmektedir. Sütun toplamları Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. Sütun Toplamları

	Büyük Veri	Yapay Zekâ	Zaman Tasarrufu	Otomasyon	Veri Güvenliği
Büyük Veri	1,00	3,00	5,00	3,00	3,00
Yapay Zekâ	0,33	1,00	3,00	3,00	3,00
Zaman Tasarrufu	0,20	0,33	1,00	3,00	1,00
Otomasyon	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00
Veri Güvenliği	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00
Toplam	**2,20**	**5,00**	**10,33**	**11,00**	**9,00**

Daha sonra, Tablo 4'te yer alan her bir veri Tablo 5'te gösterilen her bir sütunun toplam değerine bölünmüştür. Bölüm neticesinde elde edilen veriler normalize edilmiş matrisi oluşturmaktadır. Elde edilen normalize edilmiş matris Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Normalize Edilmiş Matris

	Büyük Veri	Yapay Zekâ	Zaman Tasarrufu	Otomasyon	Veri Güvenliği
Büyük Veri	0,454545	0,6	0,483871	0,272727	0,333333
Yapay Zekâ	0,151515	0,2	0,290323	0,272727	0,333333
Zaman Tasarrufu	0,090909	0,066667	0,096774	0,272727	0,111111
Otomasyon	0,151515	0,066667	0,032258	0,090909	0,111111
Veri Güvenliği	0,151515	0,066667	0,096774	0,090909	0,111111

Normalize edilmiş matris elde edildikten sonra, normalize edilmiş matristeki satırların toplamları hesaplanmaktadır. Normalize edilmiş matristeki satırların toplamları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Normalize Edilmiş Matristeki Satır Toplamları

	Büyük Veri	Yapay Zekâ	Zaman Tasarrufu	Otomasyon	Veri Güvenliği	**Toplam**
Büyük Veri	0,454545	0,6	0,483871	0,272727	0,333333	**2,144477**
Yapay Zekâ	0,151515	0,2	0,290323	0,272727	0,333333	**1,247898**
Zaman Tasarrufu	0,090909	0,066667	0,096774	0,272727	0,111111	**0,638188**
Otomasyon	0,151515	0,066667	0,032258	0,090909	0,111111	**0,45246**
Veri Güvenliği	0,151515	0,066667	0,096774	0,090909	0,111111	**0,516976**

Satır toplamları elde edildikten sonra, her satırın ortalaması hesaplanmaktadır. Ortalamayı elde edebilmek için, normalize matristeki satır toplamları beşe bölünmüştür ve böylece her bir satırın ortalaması hesaplanmıştır. Elde edilen satır ortalamaları faktörlerin önem derecelerini temsil etmektedir. Tablo 8'de satırların ortalamalarının hesaplanması yer almaktadır.

Tablo 8. Faktörlerin Önem Derecelerinin Tespiti

	Büyük Veri	Yapay Zekâ	Zaman Tasarrufu	Otomasyon	Veri Güvenliği	Toplam	**Ortalama**
Büyük Veri	0,454545	0,6	0,483871	0,272727	0,333333	2,144477	**0,428895**
Yapay Zekâ	0,151515	0,2	0,290323	0,272727	0,333333	1,247898	**0,24958**
Zaman Tasarrufu	0,090909	0,066667	0,096774	0,272727	0,111111	0,638188	**0,127638**
Otomasyon	0,151515	0,066667	0,032258	0,090909	0,111111	0,45246	**0,090492**
Veri Güvenliği	0,151515	0,066667	0,096774	0,090909	0,111111	0,516976	**0,103395**

Tablo 8'deki her bir satırın ortalaması ilgili satırda yer alan faktörün önem derecesini göstermektedir. Daha sonra önem dereceleri en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır. Tablo 9'da vergi denetimine etki eden beş faktörün göreceli önem düzeylerinin sıralaması yer almaktadır.

Tablo 9. Faktörlerin Önem Derecelerine Göre Sıralaması

Sıralama	Faktörler	Değerler
1.	Büyük Veri	**0,428895**
2.	Yapay Zekâ	**0,24958**
3.	Zaman Tasarrufu	**0,127638**
4.	Veri Güvenliği	**0,103395**
5.	Otomasyon	**0,090492**

Tablo 9'da gösterildiği üzere vergi denetimine en fazla etki eden dijitalleşme faktörü büyük veri kullanımıdır. İkinci en fazla etkili dijitalleşme faktörü ise yapay zekâ uygulamalarıdır. Üçüncü önemli faktör zaman tasarrufu sağlanması iken dördüncü önemli faktör veri güvenliği konusudur. Beşinci ve en az önemli faktör ise otomasyon işlemleridir.

3.SONUÇ

Vergiler en önemli kamu kaynaklarından birisidir. Halkın ihtiyaçlarına karşılık hizmet verebilmek için ülkeler vergi gelirlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Vergi denetimi; verginin toplanması, kamu hizmetlerinin sürdürülebilir hale gelmesi ve adaletli bir vergi sisteminin oluşturulabilmesi için son derece önemlidir. Dijitalleşme yaşanan teknolojik gelişmeler ile birlikte günümüzde her alanda etkisini hissettirmektedir. Vergi denetimi alanında bakıldığında ise dijitalleşmenin çok önemli etkileri bulunmaktadır. Dijitalleşme sayesinde vergi denetimi sürecinde büyük değişiklikler meydana gelmiştir. Dijitalleşme vergi denetimine birçok konuda etki etmiştir.

Bu çalışmanın amacı dijitalleşmenin vergi denetimine olan etkisinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda vergi denetimine etki eden faktörlerin önem dereceleri ve etki düzeyleri araştırılmaktadır. Faktörlerin önem derecelerinin tespit edilebilmesi için çalışmada analitik hiyerarşi prosesi yöntemi kullanılmıştır. Analitik hiyerarşi prosesi, bu tür konularda yaygın kullanımı nedeniyle bu çalışmada yöntem olarak seçilmiştir.

Hem literatür incelemesinden hem de uzmanlardan elde edilen veriler neticesinde dijitalleşmenin vergi denetimine etkisi beş temel başlık altında toplanmıştır. Bunlar büyük veri kullanımı, yapay zekâ uygulamaları, zaman tasarrufu, otomasyon sistemleri ve veri güvenliği konularıdır.

Uzman görüşlerinden yararlanılarak beş temel faktör ikili olarak karşılaştırılmış ve analitik hiyerarşi prosesi yöntemi sayesinde edilen çözüm yardımı ile beş temel faktörün önem derecesi tespit edilmiştir. Böylece dijitalleşmenin hangi konularda vergi denetimine daha çok etki ettiği

hangi konularda nispeten daha az etkide bulunduğu araştırılmıştır. Analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile gerçekleştirilen hesaplamalar neticesinde vergi denetimine en çok büyük veri kullanımın etki ettiği görülmüştür. Dolayısıyla vergi denetimine en fazla etki eden dijitalleşme faktörü büyük veri kullanımıdır. İkinci en fazla etkili dijitalleşme faktörü ise yapay zekâ uygulamalarıdır. Üçüncü önemli faktör zaman tasarrufu sağlanması iken dördüncü önemli faktör veri güvenliği konusudur. Beşinci ve en az önemli faktör ise otomasyon işlemleridir.

Vergi denetiminde büyük veri kullanımı, denetim süreçlerinde daha kapsamlı ve derinlemesine analizler yapılabilmesine olanak tanıyarak, riskli alanların daha hızlı ve doğru şekilde tespit edilmesini sağlayabilmektedir. Bu durum vergi denetimlerinin etkinliğini ve doğruluğunu artırabilmektedir. Denetimde kullanılan yapay zekâ uygulamaları, denetim süreçlerinin otomatikleştirilmesini, örüntü tanıma ve tahmine dayalı analiz gibi gelişmiş yöntemlerle desteklenmesini mümkün kılarak, insan hatasını azaltabilmekte ve karar alma süreçlerini iyileştirebilmektedir. Dijitalleşme neticesinde vergi denetiminde elde edilen zaman tasarrufu ise, dijital araçların manuel işlemlere göre çok daha hızlı sonuç üretmesinden kaynaklanmakta olup, denetimlerin daha kısa sürede tamamlanmasına katkı sağlayabilmektedir.

KAYNAKÇA

Avcı, O., & Demirci, Z. (2021). Advantages of tax audit. In Contemporary Issues in Public Sector Accounting and Auditing (Vol. 105, pp. 131-141). Emerald Publishing Limited.

Olendiy, O., Nazarova, K., Nezhyva, M., Mysiuk, V., Mishchenko, V., & Rusyn-Hrynyk, R. (2023). Tax audit to ensure business prosperity: trends and perspectives. Financial and credit activity problems of theory and practice, 4(51), 80-90.

Cipek, K., & Ljutic, I. B. (2021). The influence of digitalization on tax audit. Oditor, 37.

Cipek, K. (2021). The impact of digitalisation on tax audit. WCLF Tax und IP Gesprächsband 2019: Immaterielle Werte als zentrale Komponente internationaler Steuerstrategien, 59-73.

Reunova, L. V., Mamiek, L. A., Prigoda, L. V., & Paladova, T. A. (2021). Development of tax control in the context of digitalization of the economy. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, 104.

Decman, N., Mališ, S. S., & Sacer, I. M. (2019, June). Digitalization of accounting and tax processes-challenges and opportunities for accountants and tax administrators. In Proceedings of FEB Zagreb International Odyssey Conference on Economics and Business (Vol. 1, No. 1, pp. 30-40). University of Zagreb, Faculty of Economics and Business.

Adiloğlu, B., & Güngor, N. (2019). The impact of digitalization on the audit profession: a review of Turkish independent audit firms. Journal of business economics and finance, 8(4), 209-214.

Ahmed, E. R. (2024). The impact of digital procedures of accounting and auditing on tax collection efficiency.

Bezverkhyi, k., & Poddubna, N. (2022). Audit in the digital economy. Foreign trade: economics, finance, law, 123(4), 81-90.

Hanfy, F., Alakkas, A. A., & Alhumoudi, H. (2024). Analyzing the role of digitalization and its impact on auditing. Multimedia Tools and Applications, 1-23.

YAPAY ZEKA ÇAĞINDA EĞİTİMDE AKADEMİK DÜRÜSTLÜK: TEHDİTLER VE STRATEJİLER

Tuğberk KOCATEKİN
İstanbul Arel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 34357 Büyükçekmece, İstanbul
ORCID: 0000-0001-6171-0136

ÖZET

Yapay zeka (YZ) teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, eğitim dünyasında köklü değişimlere yol açarak, özellikle akademik dürüstlük konusunda önemli tartışmaların merkezine oturmuştur. Büyük dil modelleri (BDM) gibi YZ tabanlı araçlar, öğrencilerin çevrimiçi sınavlarda ve ödevlerde bu araçları kullanarak etik dışı yöntemlere başvurmalarını kolaylaştırmıştır. Bu durum, özellikle çevrimiçi değerlendirme süreçlerinin güveniliriği, geçerliliği ve adilliği açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır. Öğrencilerin sınavda kopya çekmek, ödevlerini üçüncü taraflara yaptırmak veya büyük dil modelleri aracılığıyla hazırlamak gibi çeşitli yollarla akademik dürüstlüğü ihlal ettikleri bilinmektedir. Bu tür ihlaller, eğitim kurumlarının ve eğitmenlerin değerlendirme süreçlerine dair güvenilirliklerini zayıflatmakta ve eğitimin genel kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bu çalışmada, YZ'nin eğitimde kullanımının tamamen yasaklanmasının sürdürülebilir bir çözüm olmadığı, bunun yerine öğrencilerin bu teknolojileri doğru, etik ve bilinçli bir şekilde kullanmalarını sağlamaya yönelik eğitim politikalarının geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, eğitmenlerin değerlendirme süreçlerini daha yaratıcı ve kapsamlı hale getirmeleri, öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme beerilerini geliştirmeleri açısından önem arz etmektedir. YZ'nin sunduğu imkanları reddetmek yerine, onları eğitim süreçlerine entegre etmek ve bu süreçleri etik değerlerle harmanlamak, geleceğin eğitim anlayışının temelini oluşturmalıdır.

ACADEMIC INTEGRITY IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: THREATS AND STRATEGIES

ABSTRACT

The rapid advancements in the area of artificial intelligence (AI) technologies have led to profound transformations in the field of education, placing academic integrity at the center of significant debate. AI-based tools and particularly large language models (LLM) have made it easier for students to use unethical methods in online exams and assignments. This poses serious threats to the reliability, validity and fairness of assessment processes. It is well known

that students violate academic integrity in various ways, such as cheating during exams, outsourcing assignments to third parties or using LLMs to generate their work. Such violations undermine the credibility of educational institutions and instructors in their assessment processes and negatively impact the overall quality of education. This study emphasizes that banning the use of AI in education is not a sustainable solution. Instead, it advocates for the development of educational policies that encourage students to use these technologies in a responsible and ethical manner. Moreover, it is important for educators to design more creative and comprehensive assessment methods to foster students' critical thinking and problem-solving skills. Rather than refusing the opportunities offered by AI, integrating it with the educational processes and blending them with ethical values should form the foundation of future educational programs.

1. GİRİŞ

Yapay Zeka'nın eğitim üzerindeki etkileri, özellikle değerlendirme süreçlerinde kendini göstermektedir. Çevrimiçi sınavlar ve ödevler, bu süreçlerin en yaygın örneklerindendir. İleri teknolojilerde ve özellikle yapay zeka (YZ) alanındaki gelişmeler, eğitim alanında da değişimlere neden olmaktadır. Hem eğitmenler hem de öğrenciler için yeni olasılıklar doğurmuştur.

Yapay zeka sistemleri dendiğinde, günümüzde özellikle büyük dil modelleri (LLM) göze çarpmaktadır. Günümüzde aktif olarak kullanılan birçok dil modeli mevcuttur: Claude, Gemini, DeepMind, vb. Bunlardan en popüleri, OpenAI tarafından geliştirilmiş olan ChatGPT'dir. ChatGPT, farklı alanlardan birçok metin ile eğitilmiş ve bunun yanında kullanıcılar için bir sohbet ortamı sağlayan bir büyük dil modelidir. Herhangi bir soruya yüksek kalitede ve farklı cevaplar verebilir. Ürün çıktıktan sonra iki ay gibi kısa bir süre içerisinde yüz milyon kullanıcıya ulaşmayı başarmıştır (Halaweh 2023). Bununla birlikte, bir web aramasıyla hızlı şekilde ulaşması güç olan sorulara çok hızlı şekilde cevap verebilmektedir (Susnjak ve McIntosh 2024). Bu gelişmeler ışığında, büyük dil modellerinin öğrenciler tarafından sınavlarda ve ödevlerde destek almak amacıyla kullanılacağına dair kaygılar doğmuştur (Stokel-Walker 2022). Bu kaygılar, çevrimiçi sınavların ve ödevlerin geçerliliği konusunda da şüphelere neden olmaktadır. Örneğin, en yaygın büyük dil modeli olan ChatGPT'nin, artık bir akademik makaleye yardımcı yazar olduğu ve aynı zamanda gerçeğinden ayırt edilmesi zor makaleler yazabildiğini bilmekteyiz (Stokel-Walker 2023).

Öğrencilerin kopya çektikleri bilinen bir gerçektir (LoSchiavo ve Shatz 2011, McCabe ve Trevino 2002, Hopp ve Speil 2021, QAA 2017). Teknolojiyi kullanarak insanları kandırmak

büyük dil modelleriyle ortaya çıkmamıştır. 2005 yılında, MIT üniversitesinden üç öğrencinin yarattığı SCIgen isminde bir makale üreticisi, gramer olarak doğru ancak anlam bakımından eksik içerikler üreterek, tam teşekküllü akademik yayınlar üretmeyi başardı (Conner-Simons 2015). Hatta üretilen makalelerden bazıları, konferans bildirisi ve dergi makalesi olarak kabul aldı (Noorden 2021). Bir Avusturya üniversitesinde yapılan bir çalışmada (Hopp ve Speil 2021), öğrencilerin %22'si kopya çektiğini ve intihal gerçekleştirdiğini itiraf etmiştir. Bir diğer çalışma (QAA 2017), her yedi mezundan bir tanesinin ödevlerini onlar adına yapmaları için başkalarına para verdiğini ortaya çıkardı. Bunlar bize gösteriyor ki, öğrenciler zaten hali hazırda ödevlerini yapmak için üçüncü parti uygulamalar kullanmakta ve gerek gördükleri takdirde para bile vermekteler. Büyük dil modellerinin etkisi, tüm bu hizmetleri tek bir çatı altında sunarak, aşamaları daha kolay hale getirmesi olmuştur.

Bu makalenin amacı, yapay zeka araçlarının ve özellikle büyük dil modellerinin eğitime olan etkilerini değerlendirmek, bu araçların akademik dürüstlük üzerindeki potansiyel tehditlerini tartışmak ve bu tehditlere karşı etkin çözüm önerileri sunmaktır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Yapay zeka, eğitim yapısını ve işleyişini değiştirmeyi başarmıştır (Coşkun ve Gülleroğlu 2021). Büyük verileri kullanarak geliştirilmiş olan yapay zeka, kişiselleştirilmiş bireysel programlar, performans takibi ve ders içeriği geliştirme konusunda hem öğrencilere hem de eğitmenlere destek olmaktadır (Karaca ve Telli 2019).

Akademik dürüstsüzlüğü dört farklı tipe ayırmak mümkündür (Pavela 1997). Bunlardan ilki olan kopya çekmek, yapılan iş sırasında izin verilmeyen materyaller kullanmaktır. Bir öğrencinin, sınav ya da quiz (kısa sınav) sırasında yanındaki öğrencinin yaptıklarına bakarak kendi kağıdına taşıması, ya da verilen bir araştırma ödevini büyük dil modeline yazdırmak kopya çekmeye örnek teşkil ederler. İkinci tip (uydurma) ise, yanlış bilgi üretmektir. Öğrenci, yapmakla yükümlü olduğu çalışmayı yapmayarak, sonuçlarını uydurur ve yapmış gibi gösterir. Üçüncü tip olan intihal, başkalarının fikirlerini çalmak ve kendi yapmış gibi göstermektir. Son tip olan etik dışı yardım ise, öğrencilerin diğer arkadaşlarına yardım etmek amacıyla onların ödevlerini yapmaları ya da ödevlerini onlarla paylaşmalarıdır. Bunlara ek olarak, literatüre sınavlardan ya da ödevlerden kaçmak ya da erteleme almak için yalan söylemek de eklenmiştir (Whitley Jr ve Keith-Spiegel 2001). Bu dürüstsüzlüklerin özeti ve örnekler, Tablo 1 de bulunabilir.

Büyük dil modelleri, şu an sahip olunan güncel dil modellerinden ciddi seviyede daha az kapsamlı olan GPT-2 çıktığında dahi, akademik intihal konularında tartışmalara yol açmıştır

(Francke ve Bennett 2019). Bu tartışmalar, yersiz değildir. Haider ve ark. (2024) çalışmasında, ChatGPT tarafından sıklıkla üretilen bazı metinleri kullanarak yaptığı Google Scholar aramalarında, bulduğu 227 makalenin 139 tanesinde etik dışı (kullanımının belirtilmediği ya da intihal yapılmış) yapay zeka kullanımı tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, akademik dünyada çok bilinen bir yayıncı olan Elsevier dergisinde yayınlanan bir makalede de ChatGPT çıktısı unutulmuş ve makale o şekilde yayınlanmıştır (Zhang ve ark 2024). Sonrasında bu makale tepkilerden ötürü geri çekilmiştir. Görüldüğü üzere, akademik dünyada dahi yapay zeka'nın etik dışı kullanımı ciddi bir boyuta ulaşmıştır ve yayınların geçerliliğini de tehdit etmektedir.

Tablo 1. Akademik dürüstsüzlük türleri ve açıklamalar

Tür	**Açıklama**	**Örnek**
Kopya çekme	İzin verilmeyen kaynak ya da yöntemlerle sınav/ödevde yardım alma	Sınavda başkasının kağıdına bakmak, BDM'e ödev yazdırmak
Uydurma	Gerçekleştirilmemiş bir çalışmayı yapılmış gibi sunmak	Deney yapılmadan sonuç uydurmak
İntihal	Başkasının fikir, metin veya çalışmasını kaynak göstermeden kullanmak	İnternetten bulunan bir metni kendi yazmış gibi paylaşmak
Etik dışı yardım	Başkasına ödev yapma, ödev paylaşma	Arkadaşının ödevini göndermek veya onun yerine yapmak
Aldatma / Yalan	Sınav veya ödevden kaçmak için yalan söylemek	Hasta olmadan rapor almak, ödev yüklememek için olmayan nedenler sıralamak

3. ÇÖZÜMLER

3.1. Sunumlar ve sözlü savunma

Gelecekte, öğrencilerin çalışmalarını sunmaları ve savunmalarını sağlamanın büyük önem taşıyacağı öngörülmektedir (Halaweh 2023). Öğrencilerden bir konu hakkında makale ya da deneme yazmalarını istemek yerine, bu bilgileri gerçekten benimsediklerine emin olunması gerekir. Bunun en etkili yollarından biri ise, karşılıklı konuşmayı içerdiğinden dolayı, sunum yöntemidir. Öğrencilerin kendilerine iletilen soruları yanıtlamaları gerektiğinden, konuyu farklı açılardan ele alabilmeleri beklenir. Bununla birlikte sunumlar, öğrencilerin içerikleri yalnızca ezberlemediklerini, aynı zamanda konuyu anladıklarını ve eleştirel şekilde düşünebildiklerini göstermek açısından da önemli bir araçtır. Bu yaklaşım, yapay zekâ destekli metin üretiminin yaygınlaştığı bir dönemde, özgünlüğü ve öğrenmeyi teşvik etme açısından önemli bir stratejidir. Ancak, sınıf mevcudunun yüksek olması halinde (ör. 100'den fazla), her öğrenciye bu imkânın verilmesi hem zaman hem de değerlendirme açısından karmaşık olabilir. Buna bir çözüm olarak öğrencilerin video çekmeleri ve belirli bir dakika boyunca sunum yapmaları istenebilir.

Ancak bu yöntem de eğitmenin ciddi zamanını almasının yanısıra, sunumun sağladığı karşılıklı konuşma ve gerçek zamanlılığı ortadan kaldıracaktır. Bununla birlikte, sözlü sunumlarda notlandırma ve değerlendirme, yazılı sınavlara göre daha subjektif olmaktadır. Dolayısıyla, eğitmenlerin değerlendirme rubrikleri hazırlamaları ve kriterleri net bir şekilde ortaya koymaları gerekir.

3.2. Onur kodu

Onur kodu uygulamasının öğrencilerin kopya çekmesini azalttığı bilinmektedir (McCabe ve Trevino 1993). İlk olarak 1736 yılında, *College of William and Mary*'de ortaya çıkmış olan ve günümüzde hala kullanımı devam eden bu yöntemin temel amacı, akademik dürüstlüğü ve etik davranışları teşvik etmektir. Tatum (2022), onur kodu uygulamasının bir kurallar bütünü olmaktan çok, öğrencilerden beklenen şeyleri sunan bir doküman olduğu belirtmiş ve 1992 ve 2022 yılları arasında onur kodu uygulamasının geçerliliğini belirten çalışmaları tarayarak; ve onur kodu uygulamasının, yapılan intihal ve kopya sayısını azaltmakta birlikte, öğrencilerin daha dürüst ve etik davranmanın önemini kavrama konusunda da yardımcı olduğunu ortaya çıkarmıştır.

3.3. Akademik dürüstlük eğitimi ve kurumların rolü

Kopyanın ve intihalin yaygın olduğu bilinmesine rağmen, kurumların bu hususla ilgili etkin politikalar geliştirme konusunda geri kaldıkları gözlemlenmiştir (Tatum ve Schwartz 2017). Etik dışı davranışların yapılması halinde, eğitmenler bunu görmezden gelebilmekte veya bunu üst makamlara raporlama konusunda kararsız kalabilmektedir. Bu durum, eğitmenlerin konu hakkındaki yetersiz bilgisinden veya kurumsal prosedürlerin net olmamasından kaynaklanabilir (Jordan 2001). Zira, kopya çekmenin ve intihalin tam olarak ne olduğu konusunda öğrencilerin ve eğitmenlerin ortak bir noktada buluşamadıklarına dair pek çok delil bulunmaktadır (Tatum ve Schwartz 2017).

Kurumların bu tür durumlar karşısında hızlı ve etkili aksiyon almasının, akademik dürüstlük politikalarının başarısı üzerinde doğrudan etkisi olduğu görülmüştür (Boehm ve ark 2009). Bu nedenle, eğitim kurumlarının eğitmenleri bilinçlendirmesi ve her türlü akademik dürüstsüzlük vakasında hızlıca aksiyon alması, bu tür vakaların sayısını azaltmaya yardımcı olabilir.

Eğitmenlerin de bu süreçte aktif bir rol oynaması gerekmektedir. Yapılan anketlere göre, öğrenciler kopya çekerken yakalanma ihtimallerinin düşük olduğuna inanmakta ve bu da etik dışı davranışlara olan eğitimi arttırmaktadır (Burrus ve ark 2007). Eğitmenlerin ve kurumların, öğrencilerle akademik dürüstlük ve etik konularında düzenli konuşmalar yapması bu kavramların pekişmesinde etkili olacaktır. Ayrıca, ders izlencelerinde ve ödev yönergelerinde

kaynak kullanımının doğru ve etik yollarla nasıl yapılacağını açıklamak, öğrencilerin bu konuda net bir anlayış geliştirmesine yardımcı olacaktır (Gallant 2008).

3.4. Soru tasarımı stratejileri

Yapay zeka araçları, gerçekleri sunma konusunda oldukça başarılı olsalar da, karmaşık akıl yürütme ve yeni problemleri çözme konusunda hala birtakım zorluklar yaşamaktadır. Bu nedenle, bir başka çözüm olarak eğitmenlerin sordukları soruların tasarımlarını değiştirmeleri önerilmektedir. Sorular yalnızca bilgi hatırlamayı gerektirecek şekilde değil de, eleştirel düşünme, problem çözme ve kavramların uygulanmasını içerecek şekilde tasarlanırsa, kopya çekme girişimlerini azaltmada etkili bir strateji olabilir.

Öğrencilerin yapay zeka araçları ile kopya çekmelerini önlemenin etkili yollarından bir diğeri de, her öğrenci için farklı sorular sormaktır. Özellikle programlama problemleri ve matematik hesaplamalar gibi; doğru cevabın tek bir çıktıya indirgenebildiği durumlarda, aynı problemin farklı varyasyonları eğitmen tarafından otomatik olarak oluşturulabilir. Örneğin, bir programlama ödevinde herkese aynı veri seti verilmesi yerine, farklı veri setleri verilmesi sonuçların da farklı çıkmasını sağlayacaktır, ve akademik dürüstsüzlüğün önüne geçme konusunda bir etki yaratacaktır.

Öğrencilere verilen ödevlerin kişiselleştirilmesinin yanısıra, süreci tamamlamak için kendilerinin manuel yollarla yapmak zorunda kaldıkları (yapay zekanın yapamayacağı) aşamalar eklemek de etkili bir çözüm yoludur. Örneğin, öğrencilerden sadece kod yazmaları ve bir program oluşturmalarını istemek yerine, bu programı bir sisteme yüklemelerini (ör. Github) ve orada belirli ayarlamalar yapmaları talep edilebilir. Böylelikle, öğrenciler işin bir bölümünü yapmak için yapay zeka araçları kullansalar dahi, bir platformla entegre olmak ve orada bazı ayarlamalar yapmak için ek işlemlerde bulunmaları gerekecektir. Bu yaklaşım, öğrencilerin aktif katılımını desteklediği gibi, öğrenmeleri gereken araçları da ödev yoluyla kullanma imkanı verecektir.

3.5. Öğrencileri bilgilendirme

Öğrencilerin yapay zeka ve büyük dil modelleri konusunda eğitilmesi, bu araçların kullanımını daha bilinçli hale getirebilir ve akademik dürüstlük açısından olumlu sonuçlar doğurabilir. Örneğin, büyük dil modelleri mimarileri gereği bazı durumlarda halüsinasyon görebilir ve eğitildikleri bilginin dışında bilgiler üretebilirler (Perkovic ve ark 2024). Öğrenciler bu bilgiye sahip olmaları halinde, artık büyük dil modellerinden çıkarılan her sonuca kesin doğru bilgi olarak güvenmemeyi öğrenerek, bu araçlara olan bağımlılıklarını azaltmayı seçebilirler. Örneğin, Wu ve ark. (2024) çalışmasında büyük dil modelleri tabanlı sistemlerdeki güvenlik

açıklarından bahsetmektedir. Bu ve bunun gibi çalışmalar, öğrencileri yapay zeka modellerini kullanma konusunda bilinçlendirmede yardımcı olacaktır.

SONUÇ

Büyük dil modellerinin hızla gelişmesi, eğitim dünyasında köklü değişimlere yol açarak eğitmenleri hem çevrimiçi hem de yüz yüze dersler için öğretim yöntemlerini yeniden gözden geçirmeye zorlamıştır. Artık, öğrencilerden yalnızca belirli bir konuda kısa bir yazı yazmalarını veya basit bir kod geliştirmelerini istemek, etkili bir değerlendirme yöntemi olmaktan çıkmıştır. Bu tür görevler, yapay zeka destekli araçlar tarafından kolayca tamamlanabildiği için, eğitmenler daha yaratıcı, derinlemesine düşünmeyi teşvik eden ve süreci değerlendiren yöntemler geliştirmek durumundadır.

Eğitmenler, öğrencilerin yalnızca sonuçları sunmalarını değil, süreci ayrıntılı bir şekilde tartışmalarını ve sözlü olarak aktarmalarını sağlamalıdır. Öğrencilerin derse aktif katılım göstermeleri ve konuyu eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirmeleri teşvik edilmelidir. Büyük dil modellerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, eğitmenlerin ödevleri dikkatli ve bilinçli bir şekilde tasarlamaları, değerlendirme kriterlerini netleştirmeleri ve öğrencilere daha karmaşık, kişiselleştirilmiş görevler vermeleri gerekmektedir.

Bunun yanı sıra, eğitim kurumlarının da akademik dürüstlük kavramını öğrencilere doğru bir şekilde anlatmak için daha yoğun bir çaba sarf etmesi gerekmektedir. Etik değerler konusunda öğrencileri eğitmek, yalnızca yasaklamalara dayalı bir yaklaşımın ötesine geçerek bilinçli ve sorumlu bir kullanıcı kitlesi yetiştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, yapay zeka araçlarının kullanımını tamamen yasaklamak, kısa vadeli bir çözümden öteye geçemeyecektir. Teknolojinin sürekli gelişmesi ve bu araçların giderek daha güçlü bir hale gelmesi, bu yaklaşımların geçerliliğini yitirmesine neden olabilir. Eğitmenler, öğrencilere bu teknolojileri doğru, etik ve etkili bir şekilde kullanmayı öğretmekle yükümlüdür. Eğitimin geleceği, yapay zekadan kaçmakta değil, onu etik ilkelerle bütünleştirerek kullanabilmekte yatmaktadır.

KAYNAKÇA

Bertram Gallant, T. (2008). Dimensions of the issue: Toward a robust explanation. ASHE Higher Education Report, 33(5), 47-63.

Boehm, P. J., Justice, M., & Weeks, S. (2009). Promoting academic integrity in higher education. The Community College Enterprise, 15(1), 45-61.

Burrus, R. T., McGoldrick, K., & Schuhmann, P. W. (2007). Self-reports of student cheating: Does a definition of cheating matter?. The Journal of Economic Education, 38(1), 3-16.

Conner-Simons, A. (2015). How three MIT students fooled the world of scientific journals. MIT News.

Coşkun, F., & Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay zekânın tarih içindeki gelişimi ve eğitimde kullanılması. Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES), 54(3), 947-966.
Francke, E., & Bennett, A. (2019, October). The potential influence of artificial intelligence on plagiarism: A higher education perspective. In European conference on the impact of artificial intelligence and robotics (ECIAIR 2019) (Vol. 31, pp. 131-140).
Haider, J., Söderström, K. R., Ekström, B., & Rödl, M. (2024). GPT-fabricated scientific papers on Google Scholar: Key features, spread, and implications for preempting evidence manipulation. Harvard Kennedy School Misinformation Review, 5(5).
Halaweh, M. (2023). ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation. Contemporary educational technology, 15(2).
Hopp, C., & Speil, A. (2021). How prevalent is plagiarism among college students? Anonymity preserving evidence from Austrian undergraduates. Accountability in Research, 28(3), 133-148.
Jordan, A. E. (2001). College student cheating: The role of motivation, perceived norms, attitudes, and knowledge of institutional policy. Ethics & Behavior, 11(3), 233-247.
Karaca, B., & Telli, G. (2019). Yapay zekânın çeşitli süreçlerdeki rolü ve tahminleme fonksiyonu. Yapay zeka ve gelecek, 172, 185.
LoSchiavo, F. M., & Shatz, M. A. (2011). The impact of an honor code on cheating in online courses. MERLOT Journal of online Learning and Teaching, 7(2).
McCabe, D. L., & Trevino, L. K. (1993). Academic dishonesty: Honor codes and other contextual influences. The journal of higher education, 64(5), 522-538.
McCabe, D., & Trevino, L. K. (2002). Honesty and honor codes. Academe, 88(1), 37.
Pavela, G. (1997). Applying the power of association on campus: A model code of academic integrity. JC & UL, 24, 97.
Perković, G., Drobnjak, A., & Botički, I. (2024, May). Hallucinations in llms: Understanding and addressing challenges. In 2024 47th MIPRO ICT and Electronics Convention (MIPRO) (pp. 2084-2088). IEEE.
QAA. (2017). Contracting to cheat in higher education. How to address contract cheating, the use of third-party services and essay mills. Government of the United Kingdom.
Stokel-Walker, C. (2022). AI bot ChatGPT writes smart essays-should professors worry?. Nature.
Stokel-Walker, C. (2023). ChatGPT listed as author on research papers: many scientists disapprove.
Susnjak, T., & McIntosh, T. R. (2024). Chatgpt: The end of online exam integrity?. Education Sciences, 14(6), 656.
Tatum, H., & Schwartz, B. M. (2017). Honor codes: Evidence based strategies for improving academic integrity. Theory Into Practice, 56(2), 129-135.
Tatum, H. E. (2022). Honor codes and academic integrity: Three decades of research. Journal of College and Character, 23(1), 32-47.
Van Noorden, R. (2021). Hundreds of gibberish papers still lurk in the scientific literature. Nature, 594(7862), 160-161.
Whitley Jr, B. E., & Keith-Spiegel, P. (2001). Academic dishonesty: An educator's guide. Psychology Press.
Wu, F., Zhang, N., Jha, S., McDaniel, P., & Xiao, C. (2024). A new era in llm security: Exploring security concerns in real-world llm-based systems. arXiv preprint arXiv:2402.18649.
Zhang, M., Wu, L., Yang, T., Zhu, B., & Liu, Y. (2024). RETRACTED: The three-dimensional porous mesh structure of Cu-based metal-organic-framework-Aramid cellulose separator enhances the electrochemical performance of lithium metal anode batteries.

HİBRİT YÖNTEM KULLANARAK OBEZİTE SEVİYELERİNİN SINIFLANDIRILMASI: GENETİK ALGORİTMA İLE OPTİMİZE EDİLEN DESTEK VEKTÖR MAKİNESİ

Sema ATASEVER
Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Department of Computer Engineering, 50300, Nevşehir
ORCID: 0000-0002-2295-7917

ÖZET

Dünyada yaklaşık 2,5 milyar yetişkin fazla kiloludur. Sayısının bu kadar yüksek olması, küresel bir sağlık sorunu olan obezite ile ilgili uygun müdahalelerin yapılabilmesi ve gerekli önlemlerin zamanında alınabilmesi için önemli bir göstergedir. Bu araştırmada, obezite düzeylerini sınıflandırmak için genetik algoritma (GA) ile optimize edilmiş hibrit bir destek vektör makinesi (SVM) kullanılmıştır. Çaprazlama işlemi %100 olasılıkla (pc = 1,0) gerçekleştirilmiş ve her bir gene %20 olasılıkla (pm = 0,2) mutasyon uygulanmıştır. Evrimsel süreçte, popülasyondaki en iyi bireyin korunmasını sağlamak için elitizm stratejisi benimsenmiştir. GA 20 jenerasyon sonra sonlandırılmıştır. GA'nın sınıflandırma performansını değerlendirmek için 10 katlı çapraz doğrulama (CV) yöntemi kullanılmıştır. GA ile optimize edilen hiperparametre değerleri C = 808 ve γ = 0.05 olarak belirlenmiştir. Modelde, doğrusal olmayan verileri ayırma yeteneği nedeniyle radyal baz fonksiyonu (RBF) çekirdeği tercih edilmiştir. GA algoritması ile optimize edilen SVM'nin doğruluğu %95,59'a yükselirken, standart SVM metodu %82,19'luk bir doğruluğa ulaşmıştır. Böylece, optimizasyon sonrası %16,31'lik bir iyileştirme elde edilmiştir. Çalışma ayrıca, kilo ve aşırı kilolu aile öyküsü arasında korelasyon olduğununu vurgulamıştır. Ailesinde aşırı kilo öyküsü olanların, aşırı kilolu olma olasılığının daha yüksek olduğunu ve aşırı obezite tip III grubunun neredeyse sadece kadınlardan oluştuğunu ve dolayısıyla cinsiyetin obezite üzerinde etkili olduğu sonuçlarına da dikkat çekmiştir. Sonuçları doğrulamak için doğruluk, kesinlik, geri çağırma, F1 puanı ve karışıklık matrisleri dahil olmak üzere kapsamlı bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma performansındaki gelişmeler, makine öğrenmesi algoritmalarının sağlık alanındaki akıllı hesaplama araçlarındaki etkinliğini vurgulaması açısından önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Makine öğrenmesi, destek vektör makinesi, hiper parametre optimizasyonu, genetik algoritma, obezite, sınıflandırma

OBESITY LEVELS CLASSIFICATION USING A HYBRID METHOD: SUPPORT VECTOR MACHINE OPTIMIZED BY GENETIC ALGORITHM

ABSTRACT

Approximately 2.5 billion adults are overweight in the world. This high number is an important indicator for appropriate interventions and timely measures to be taken regarding obesity, which is a global health problem. In this study, a hybrid support vector machine (SVM) optimized with genetic algorithm (GA) was used to classify obesity levels. Crossover operation was performed with 100% probability (pc = 1.0) and mutation was applied to each gene with 20% probability (pm = 0.2). In the evolutionary process, elitism strategy was adopted to ensure the preservation of the best individual in the population. GA was terminated after 20 generations. The 10-fold cross-validation (CV) method was used to evaluate the classification performance of GA. Hyperparameter values optimized with GA were determined as C = 808 and γ = 0.05. Radial basis function (RBF) kernel was preferred in the model due to its ability to separate nonlinear data. The accuracy of SVM optimized with GA algorithm increased to 95.59%, while the standard SVM method reached an accuracy of 82.19%. Thus, an improvement of 16.31% was achieved after optimization. The study also highlighted that there is a correlation between weight and overweight family history. It was found that those with a family history of overweight were more likely to be overweight and that the extreme obesity type III group was almost exclusively female, thus drawing attention to the results that gender influences obesity. A comprehensive evaluation including accuracy, precision, recall, F1 score, and confusion matrices were performed to validate the results. The improvements in classification performance are important in terms of highlighting the effectiveness of machine learning algorithms in intelligent computing tools in the healthcare field.

Keywords: Machine learning algorithms, support vector machine, hyperparameter optimization, genetic algorithm, obesity, classification

1. INTRODUCTION

Approximately 2.5 billion adults in the world are overweight and more than 890 million of them are obese [1]. The American Medical Association (AMA) has recognized obesity as a chronic disease [2], and this disease is generally accepted in the medical community. Individuals with obesity are at higher risk for many health problems [3]. WHO published a report on the status of the obesity epidemic in Europe in May 2022, highlighting the effects of obesity on increasing morbidity and mortality [4]. The economic consequences of obesity, which have increased

significantly in most countries of the world, are not well understood. In addition to increasing medical care costs, obesity reduces wages and the probability of employment [5].

Kanter and Caballero [6], in their review studies on obesity, emphasized that obesity shows significant differences between women and men from country to country, and that the obesity rate is generally higher in women. They mentioned that these differences are more pronounced, especially in developing countries, due to sociocultural dynamics, eating habits and physical activity levels. They emphasized that while men tend to be more overweight in developed countries, social norms, cultural values and lifestyle changes regarding obesity affect both genders but have greater effects on women. Yağmur [7] developed a hybrid model. The results obtained from the experiments showed that the proposed model provided 95.40% accuracy and recorded a 1.92% improvement compared to the model using only the decision tree. The SVM optimized GA model (SVM-GA Model) used in this study achieved an accuracy rate of 95.59%, while the decision tree algorithm with the pelican optimization algorithm model showed a similar performance with 95.40% accuracy. The fact that optimization processes performed with different methods on the same data set produce similar results can be considered as important in that the methods work appropriately on a particular problem. The study by Genc et al. [8] successfully predicted body mass index (BMI) even without height and weight information. The study conducted by Raza et al. [9] employed an AI-based approach to address the obesity problem in the United Arab Emirates. The study applied data augmentation techniques to generate local, realistic, and representative data from global datasets. In the study, the prediction model was developed with ML and feature extraction methods; especially the data obtained with data augmentation methods such as SMOTE and TabGAN significantly increased the accuracy of the model. As a result, these methods adapted to local data provided higher accuracy compared to the original dataset. The study of Montañez and Radi proposes a novel method that analyzes genetic variants from publicly available genetic profiles and a curated database to predict obesity risk using ML. After reducing dimensionality, various classification algorithms were applied to separate individuals into Normal or Risk Class based on BMI. Among the tested models, SVM achieved the best performance with an AUC of 90.5% [10]. According to the study results of Göney et al. [11], 44.03% of adults were obese, and 18% were both smokers and obese. The results showed that there was no statistically significant relationship between smoking and BMI.

In this study, a hybrid approach SVM-GA Model is proposed. Here, an obesity dataset of 2111 patients from UCI was analyzed. The database categorizes individuals into seven distinct target

classes. GA, an intelligent search optimization technique [12], showed successful performance in this study.

In the literature, several studies have been conducted on the obesity dataset using ML algorithms, and it is mentioned that ML algorithms can be used together with medical algorithms in the clinical approach to obesity, which is now treatable. Proper tuning of the hyperparameters of ML algorithms enhances their performance. The aim of this study is to propose a hybrid model that enhances classification performance in obesity levels classification by optimizing an SVM with a genetic algorithm.

The contributions of this study to literature can be summarized as follows:

- It summarizes the studies on obesity.
- Experiments are conducted on a real-world problem using the obesity dataset, demonstrating the practical applicability of the proposed approach.
- It proposes a hybrid model to the literature using SVM and GA to classify the dataset.
- By improving the obesity classification accuracy, this study contributes to the development of more efficient and reliable ML models.

2. MATERIAL AND METHODS

This study employs a SVM algorithm, optimized using GA and implemented in Python, to perform obesity level classification. The study methods and workflow are detailed in Fig. 1.

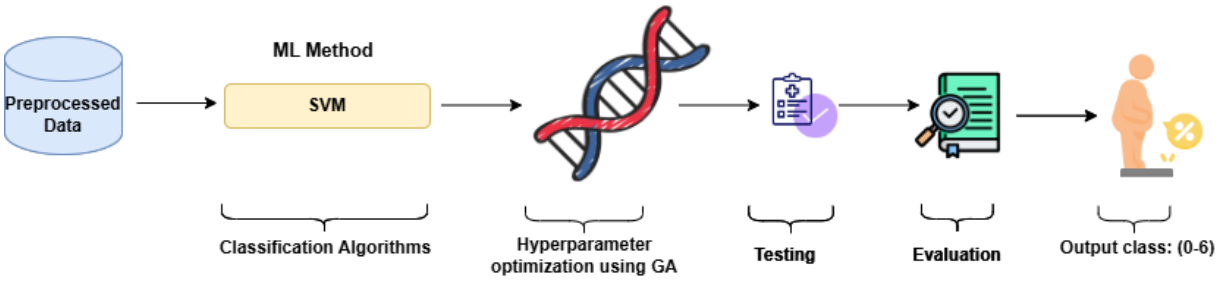


Fig. 1. ML pipeline for obesity classification using hyperparameter optimization

2.1. Genetic algorithm (GA)

GAs are methods used in search and optimization problems based on the natural selection process, which falls under the umbrella category of evolutionary algorithms and is an effective tool for solving optimization problems [13]. GAs is typically used to produce high-quality solutions to search for and optimization problems based on various parameters such as

crossover and mutation ratios, population size, and generation [14], [15]. These algorithms iteratively develop an initially randomly generated solution set (population) through operations such as crossover and mutation ratios.

One of the first population-based stochastic algorithms proposed in history, GA has three main operators: selection, crossover, and inheritance mutation. GA helps programs to automatically improve their parameters. It reaches the optimum solution by dynamically changing the search process with the help of inheritance mutation and crossover possibilities. It can also produce multiple optimum solutions. Therefore, it has better global search ability [16].

Crossover was performed with a 100.0% probability (pc = 1.0), while mutation was applied to each gene with a 20.0% probability (pm = 0.2). In addition, elitism was used to preserve the best individual within the population throughout the evolutionary process. The GA was terminated after 20 generations. A 10-fold cross-validation (CV) was used in evaluating the classification performance of the GA. Since genetic parameters need to be adjusted to the characteristics of the specific problem [17], the GA parameters used in this study were determined pre-test procedures and are presented in Table 1.

Table 1. Parameters used with the GA

Parameter	Value
Crossover rate	1.0
Mutation rate	0.2
Population size	40
Generation	20

2.2. Support vector machine (SVM)

SVM is a powerful ML model used for data classification and regression analysis. Basically, it aims to create a decision boundary or hyperplane that best separates data points. SVM parameters such as kernel parameters and penalty parameters (C) have a great influence on the complexity and performance of predicting models. The C parameter determines the trade-off between the minimization of error and the maximization of the classification margin [18]. SVM performance depends on both its parameters and the kernel function used. One of the important SVM parameters is Gamma. The parameter gamma defines the width or slope of the kernel function. When the gamma value is low, the "curve" of the decision boundary will be very low. When the gamma value is high, the "curve" of the decision boundary will be high [19].

In this study, the GA is used to adjust the parameters of the SVM model in the optimization process. GA is used to finding the best parameters that will increase the performance of the SVM. Such an approach is called a "hybrid model" because it combines the strengths of two different algorithms: the robust classification capability of the SVM and the global optimization capability of the GA. As a result, this hybrid model usually provides higher performance and more general solutions, because the GA maximizes the performance of the model by adjusting the SVM parameters in a way that cannot be achieved by traditional methods. This combination is especially advantageous when working on complex and large data sets.

When using SVM, the correct setting of hyperparameters such as 'C' and 'gamma' directly affects the performance of the model on the data. In this study, the parameter values optimized using the genetic algorithm (GA) are as follows: C=808 and γ=0.05, with the radial basis function (RBF) kernel employed. The kernel function allows SVM to separate nonlinear data. RBF is one of the most used kernel types [20].

2.3. Dataset description

Obesity prediction dataset [21], [22], [23], a dataset for estimating obesity levels based on family history, eating habits and physical condition in individuals from Colombia, Peru and Mexico, includes 2111 data instances with 17 different features. Records are labelled with the NObesity (Obesity Level) class variable. The database categorizes individuals as insufficient weight, normal weight, overweight I, overweight II, obesity type I, obesity type II, and obesity type III. 77% of data synthetically created using the Weka tool. This data can be used to create intelligent computational tools, such as determining an individual's obesity level in real life and creating recommendation systems.

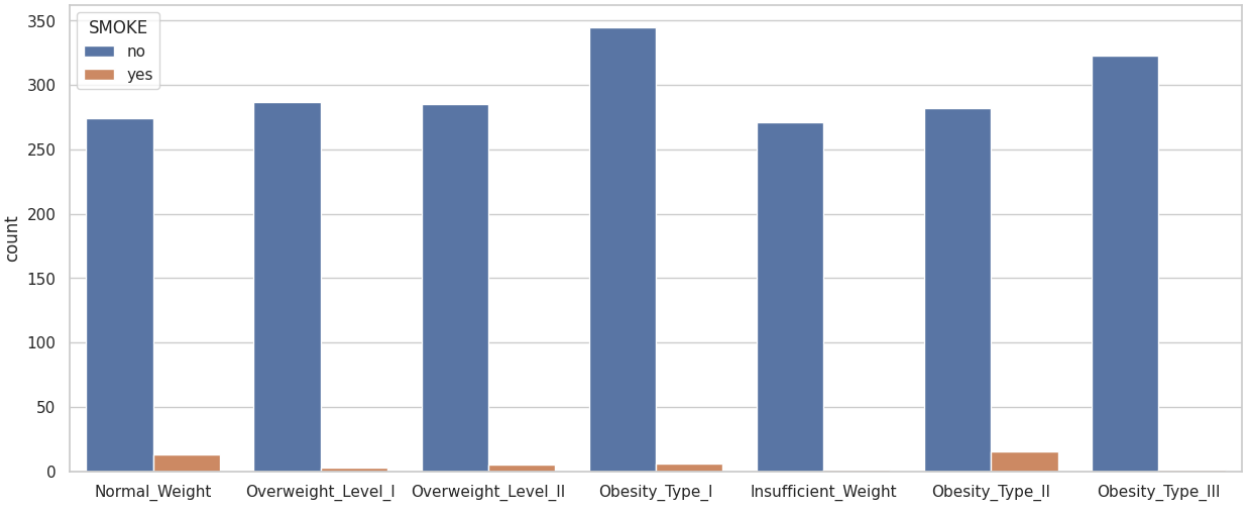


Fig. 2. Obesity class vs smoking status

In every body weight category, most individuals are non-smokers. The number of individuals who are non-smokers is particularly high in the Obesity Type I and Obesity Type III categories. The rate of smoking seems to be highest in individuals with Obesity Type II (see Fig. 2). In a study conducted by Göney et al. [11] in Turkey regarding this finding, no statistically significant relationship was found between smoking and obesity. Again, the same study stated that the effects of passive exposure needed to be investigated to evaluate the obesogenic effect of smoking.

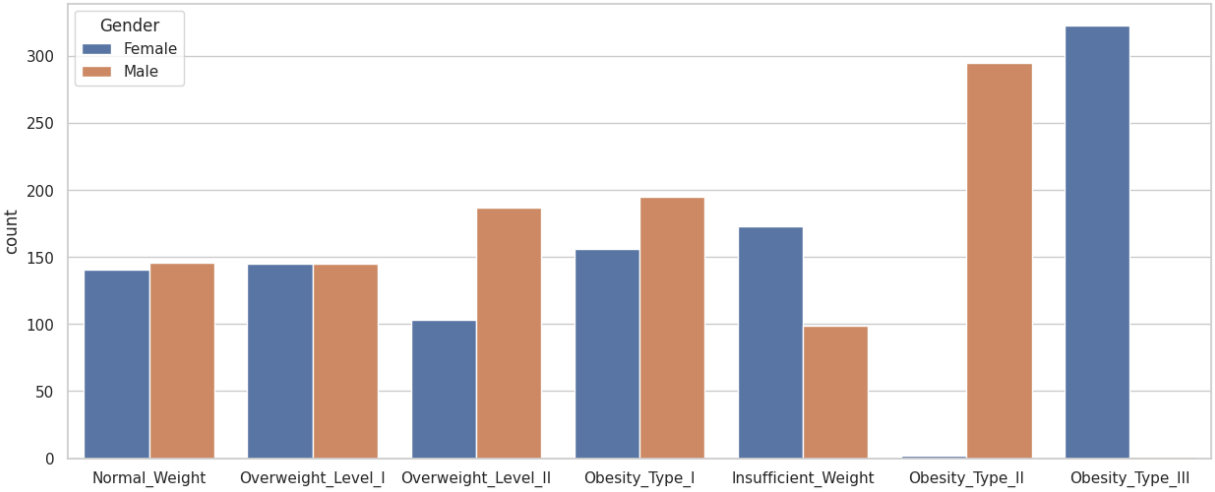


Fig. 3. Obesity class vs gender

For Overweight Level II and Obesity Type I, the number of men is clearly higher than that of women. The extreme obesity Obesity Type III group is almost exclusively women. This finding seems consistent with the results of Kanter and Caballero's study [6], which state that while the prevalence of overweight and obesity among men and women varies greatly by country, more women are generally obese than men. Moderate obesity Obesity Type II is mostly men. The Insufficient Weight group is dominated by women. These results show that there are significant differences in body weight distribution depending on gender. In some categories, the gender distribution is particularly extreme (see Fig. 3).

2.4. Preprocessing

Data preprocessing and analysis, model construction, and performance evaluation were performed by using Scikit-learn python library. Dataset was normalized with the MinMaxScaler function as it preserves the relative relationships and distributions of the variables [24]. Categorical data is transformed into numerical data using label encoding.

2.5. Performance Metrics

Performance metrics and their corresponding calculation formulas (1–4) are detailed below. The performance was evaluated using four key metrics: accuracy, F1-score, precision, and recall. Moreover, in the following equations, TP, FP, and FN represent the number of true positives, false positives, and false negatives, respectively. The mathematical notations for these metrics are presented in Eqs. 1–4 [25]. The study implemented a 10-fold cross-validation method.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

$$F1\ Score = \frac{2\ x\ Precision\ x\ Recall}{Precision + Recall} \quad (2)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

This section analyzed the results of SVM algorithm with hyperparameter optimization using GA. Additionally, preliminary experiments were conducted to determine the optimal parameters of GA. The obtained accuracy values are presented in Table 2, while the correlation matrix results are shown in Fig. 5.

Table 2. Performance comparison of SVM with and without hyperparameter optimization

Metric	SVM Model	SVM-GA Model
Acc (%)	82.19%	95.59%
Precision	0.81	0.96
Recall	0.82	0.96
F1 Score	0.81	0.96

Table 2 illustrates the algorithms employed in the experiments, their corresponding accuracy values, and the results obtained after hyperparameter optimization using GA. Table 2 shows that the SVM algorithm achieved the highest accuracy rate of 95.59%. GA significantly

improves the values of Precision, Recall, and F1-Score. These results highlight its effectiveness in hyperparameter optimization for the obesity dataset.

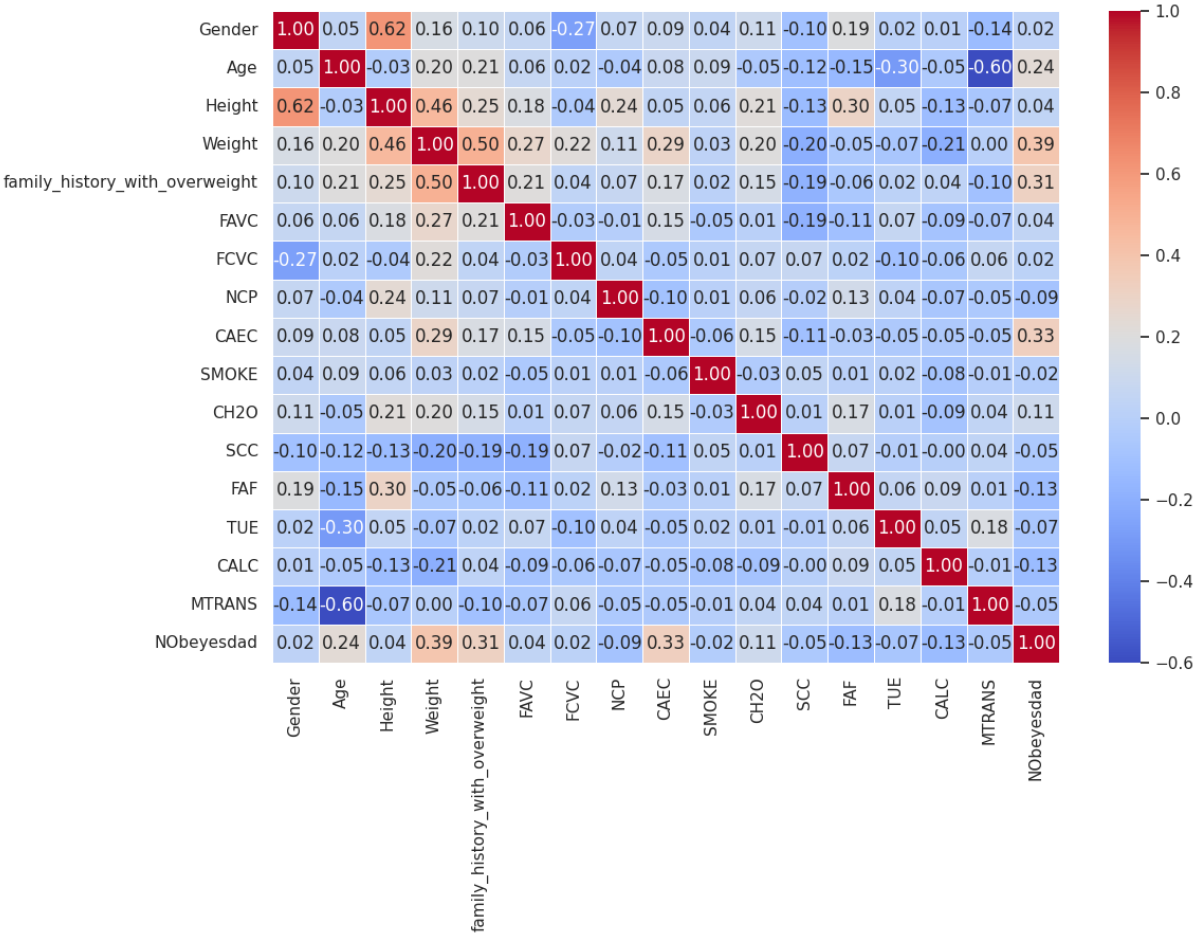
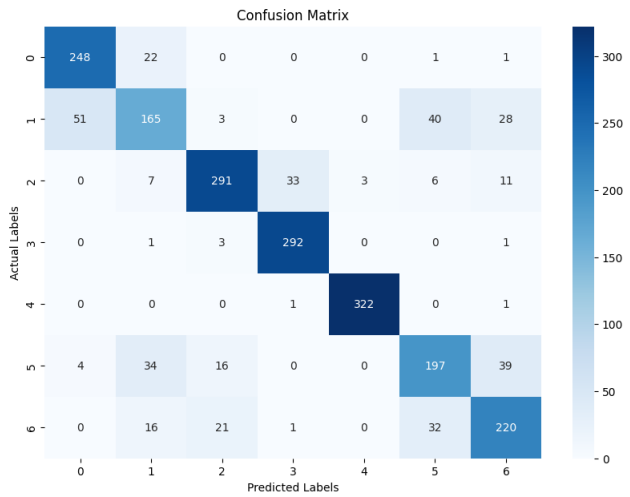


Fig. 4. Correlation matrix of features

Fig. 4 shows that the relationships between key features affecting obesity levels classification are significant. There is a correlation of 0.62 between gender and height. This indicates a moderate positive relationship between gender and height. There is a correlation of 0.46 between height and weight, indicating that as height increases, weight tends to increase. There is a correlation of 0.50 between weight and a family history of overweight, indicating that if there are overweight individuals in the family, the individual is more likely to be overweight. Like this finding, Bahreynian et al.'s study [26] showed that childhood or adolescent obesity was significantly associated with parental obesity in both genders. The variables with the highest correlation with the target variable obesity status (NObeyesdad) are weight (0.39), consumption of food between meals (CAEC) (0.33) and family history with overweight (0.31). This shows that weight and family history are important variables in predicting obesity status.

The correlation matrix helps us understand the relationships between the features and shows which features have stronger relationships with the target variable. These features provide important clues for feature selection, model development, and more in-depth analysis. However, high correlation values do not always indicate causality and require further statistical testing and analysis.

a)



b)

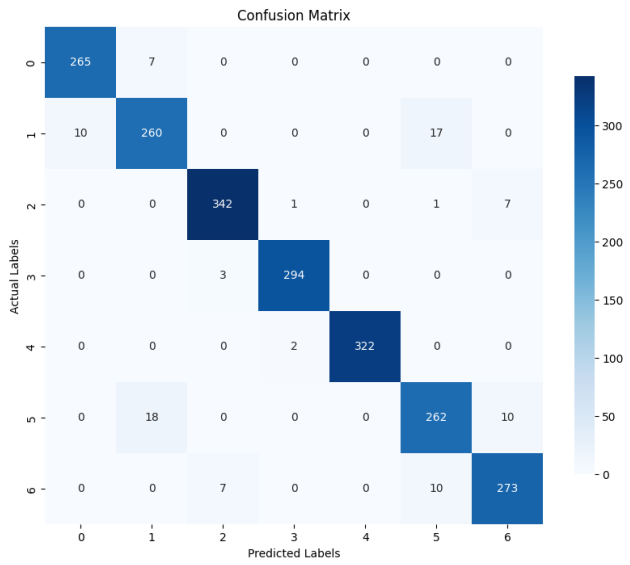


Fig. 5. SVM without GA confusion matrices (a) and SVM with GA confusion matrices (b)

Fig. 5 shows the confusion matrices from the algorithms. For most classes, the model showed high accuracy rates. Especially Classes 3 and 4 had almost no false positives (Fig 5a). Classes 2, 3 and 4 stand out with their particularly high accuracy rates. We can say that the model

generally works with high accuracy and makes effective classification for most classes (Fig 5b). The meanings of the labels in the confusion matrices in Fig. 5 are listed in Table 3.

Table 3. After label encoding, the numerical values and their equivalents for the target variable

Numerical Label	Descriptive Label
0	Insufficient Weight
1	Normal Weight
2	Obesity Type I
3	Obesity Type II
4	Obesity Type III
5	Overweight Level I
6	Overweight Level II

CONCLUSIONS

This study evaluates how well different ML algorithms classify obesity levels. Classifying obesity levels is crucial for enhancing the capabilities of intelligent computational tools within the health field. The experiments showed that the accuracy of the SVM enhanced by the GA algorithm increased to 95.59%, while the SVM without GA achieved an accuracy of 82.19%. Consequently, an improvement of 16.31% was observed. A key part of the classification process, hyperparameter optimization, was carried out in this study using GA. These improvements highlight how effective GA is at fine-tuning hyperparameters. In conclusion, this study shows that ML algorithms are highly effective in classifying obesity levels. Moreover, this study clearly shows that hyperparameter optimization enhances classification performance, with the GA playing a key role in this improvement.

REFERENCES

[1] "WHO-Obesity and overweight." Accessed: Mar. 24, 2025. [Online]. Available: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

[2] T. K. Kyle, E. J. Dhurandhar, and D. B. Allison, "Regarding obesity as a disease: evolving policies and their implications," *Endocrinology and Metabolism Clinics*, vol. 45, no. 3, pp. 511–520, 2016.

[3] C. A. C. Montaez, P. Fergus, A. C. Montaez, A. Hussain, D. Al-Jumeily, and C. Chalmers, "Deep learning classification of polygenic obesity using genome wide association study SNPs," in *2018 international joint conference on neural networks (IJCNN)*, 2018, pp. 1–8.

[4] C. Boutari and C. S. Mantzoros, "A 2022 update on the epidemiology of obesity and a call to action: as its twin COVID-19 pandemic appears to be receding, the obesity and dysmetabolism pandemic continues to rage on," 2022, *Elsevier*.

[5] A. Biener, J. Cawley, and C. Meyerhoefer, "The impact of obesity on medical care costs and labor market outcomes in the US," *Clin Chem*, vol. 64, no. 1, pp. 108–117, 2018.

[6] R. Kanter and B. Caballero, "Global gender disparities in obesity: a review," *Advances in nutrition*, vol. 3, no. 4, pp. 491–498, 2012.

[7] N. Yağmur, "A hybrid approach to obesity level determination with decision tree and pelican optimization algorithm," *Journal of Scientific Reports-A*, no. 057, pp. 97–109, 2023.

[8] A. C. Genc and E. Arcan, "Obesity classification: a comparative study of machine learning models excluding weight and height data," *Rev Assoc Med Bras*, vol. 71, no. 1, p. e20241282, 2025.

[9] M. Raza, A. Khattak, W. Abbas, and A. Khan, "Global Knowledge, Local Impact: Domain Adaptation and Classification for Obesity in the UAE," in *2024 IEEE 37th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)*, 2024, pp. 21–26.

[10] C. A. C. Montañez *et al.*, "Machine learning approaches for the prediction of obesity using publicly available genetic profiles," in *2017 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 2017, pp. 2743–2750.

[11] G. Göney, C. Gazeloğlu, and M. Nal, "Association between smoking exposure and obesity in turkey," *Genel Sağlk Bilimleri Dergisi*, vol. 2, no. 2, pp. 19–27, 2020.

[12] A. Hussain and Y. S. Muhammad, "Trade-off between exploration and exploitation with genetic algorithm using a novel selection operator," *Complex & intelligent systems*, vol. 6, no. 1, pp. 1–14, 2020.

[13] A. Hassanat, K. Almohammadi, E. Alkafaween, E. Abunawas, A. Hammouri, and V. B. S. Prasath, "Choosing mutation and crossover ratios for genetic algorithms—a review with a new dynamic approach," *Information*, vol. 10, no. 12, p. 390, 2019.

[14] M. A. Albadr, S. Tiun, M. Ayob, and F. Al-Dhief, "Genetic algorithm based on natural selection theory for optimization problems," *Symmetry (Basel)*, vol. 12, no. 11, p. 1758, 2020.

[15] E. Kaya, C. Baştemur Kaya, E. Bendeş, S. Atasever, B. Öztürk, and B. Yazlk, "Training of feed-forward neural networks by using optimization algorithms based on swarm-intelligent for maximum power point tracking," *Biomimetics*, vol. 8, no. 5, p. 402, 2023.

[16] A. Yaşar, "A genetic algorithm optimized ANN for prediction of exergy and energy analysis parameters of a diesel engine different fueled blends," *International Journal of Applied Mathematics Electronics and Computers*, vol. 11, no. 1, pp. 44–54, 2023.

[17] S. S. Fidanova and O. N. Roeva, "Metaheuristic techniques for optimization of an E. coli cultivation model," *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, vol. 27, no. 3, pp. 3870–3876, 2013.

[18] A. Tharwat, "Parameter investigation of support vector machine classifier with kernel functions," *Knowl Inf Syst*, vol. 61, pp. 1269–1302, 2019.

[19] I. S. Al-Mejibli, J. K. Alwan, and D. H. Abd, "The effect of gamma value on support vector machine performance with different kernels," *Int. J. Electr. Comput. Eng*, vol. 10, no. 5, pp. 5497–5506, 2020.

[20] D. Nurwaha, "Comparison of kernel functions of support vector machines: A case study for the solar cell output power prediction," *International Journal of Energy Applications and Technologies*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2020.

[21] F. M. Palechor and A. la Hoz Manotas, "Dataset for estimation of obesity levels based on eating habits and physical condition in individuals from Colombia, Peru and Mexico," *Data Brief*, vol. 25, p. 104344, 2019.

[22] "Obesity Prediction Dataset." Accessed: Mar. 31, 2025. [Online]. Available: https://www.kaggle.com/datasets/adeniranstephen/obesity-prediction-dataset

[23] "Obesity Prediction Dataset." Accessed: Mar. 24, 2025. [Online]. Available: https://archive.ics.uci.edu/dataset/544/estimation+of+obesity+levels+based+on+eating+habits+and+physical+condition

[24] F. Palmieri *et al.*, "Machine learning allows robust classification of visceral fat in women with obesity using common laboratory metrics," *Sci Rep*, vol. 14, no. 1, p. 17263, 2024.

[25] V. R. Merenda, V. U. C. Bodempudi, M. D. Pairis-Garcia, and G. Li, "Development and validation of machine-learning models for monitoring individual behaviors in group-housed broiler chickens," *Poult Sci*, vol. 103, no. 12, p. 104374, 2024.

[26] M. Bahreynian *et al.*, "Association between obesity and parental weight status in children and adolescents," *J Clin Res Pediatr Endocrinol*, vol. 9, no. 2, p. 111, 2017.

ASKERİ VE SİVİL ARAÇ SINIFLANDIRMASI İÇİN ÖZGÜN BİR ARAÇ TESPİT VERİ SETİNİN OLUŞTURULMASI VE MODELLERİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Enes GÜVELİOĞLU
Çukurova University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Sarıçam, Adana
ORCID: 0009-0005-3196-6056
Çiğdem İNAN ACI
Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Yenişehir, Mersin
ORCID: 0000-0002-0028-9890

ÖZET

Görüntüler üzerinden araç tespitine yönelik makine öğrenmesi ve derin öğrenme uygulamaları, günümüzde neredeyse tüm sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak mevcut uygulamalar çoğunlukla plaka tanıma ve trafik yönetimi gibi alanlara odaklanmakta, veri olarak ise ağırlıklı olarak sivil otomobil görüntüleri tercih edilmektedir. Ayrıca, yaygın kullanılan araç veri setlerindeki görüntüler, arka plan temizliği ve görüntü kalitesi açısından ideal koşullara sahip olup, gerçek uygulamalarda karşılaşılaşılabilecek optimal olmayan görüntüleri yansıtamamaktadır. Bu durum, bu veri setleri üzerinde eğitilen ve test edilen modellerin gerçek koşullarındaki performansına ilişkin soru işaretlerine yol açmaktadır. Askeri ve sivil araç sınıflandırması için ise karşılaştırmalı analiz için kullanılabilecek nitelikte bir kıyaslama veri setinin eksikliği dikkat çekmektedir. Bundan dolayı, genel olarak literatürdeki askeri-sivil araç sınıflandırma uygulamalarında kullanılan veri setleri geliştirilen modellerle bereber oluşturulmaktadır. Ancak, oluşturulan bu veri setlerinde sıklıkla sivil ve askeri araç görüntülerinin "aşırı temiz" olması, sivil araç sayısının yetersiz olması gibi sorunlarla karşılaşılmaktadır. Bu çalışma kapsamında, yukarıda belirtilen sorunlara kısmen çözüm sunmak amacıyla özgün bir askeri-sivil araç tespit veri seti önerilmiştir. Önerilen veri seti; 11.054 görüntü ve 18.117 etiketlenmiş nesneden oluşmakta olup, nesneler 15 sınıfa ayrılmıştır. Sınıflandırmada asker-sivil, kara-hava-deniz ayrımlarının yanı sıra tekerlekli-paletli ve döner kanatlı-sabit kanatlı ayrımları yapılmış, ayrıca diğer veri setlerinde bulunmayan kolluk kuvveti sınıfı da eklenmiştir. Ek olarak veri setine kalitesi düşük araç görüntüleride eklenerek gerçek uygulamalarda da iyi bir performans göstermesi amaçlanmıştır. Önerilen veri seti üzerinde gerçekleştirilen model eğitim ve testleri sonunda, Faster R-CNN, SSD ve RetinaNet modellerinden sırasıyla 0.763, 0.732 ve 0.734 makro F1 skoru sonuş olarak alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: askeri araç tanıma, araç sınıflandırma, nesne tanıma, derin öğrenme

CREATION OF A UNIQUE VEHICLE DETECTION DATASET FOR MILITARY AND CIVILIAN VEHICLE CLASSIFICATION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MODELS

ABSTRACT

Machine learning and deep learning applications for vehicle detection based on images are widely utilized across nearly all sectors today. However, current approaches primarily focus on areas such as license plate recognition and traffic management, predominantly using images of civilian vehicles. Furthermore, the images in widely adopted vehicle datasets exhibit ideal conditions in terms of background cleanliness and image quality, failing to reflect the suboptimal conditions encountered in real-world applications. This discrepancy raises questions regarding the performance of models trained and tested on these datasets under practical conditions. In the realm of military and civilian vehicle classification, there is a notable lack of a benchmark dataset suitable for comparative analysis. Consequently, the datasets employed in the literature for military-civilian vehicle classification are typically developed in conjunction with the proposed models. Nevertheless, these datasets often present issues such as overly "clean" images of both civilian and military vehicles and an insufficient number of civilian vehicle images. In this study, an original military-civilian vehicle detection dataset is proposed to partially address the aforementioned issues. The proposed dataset consists of 11,054 images and 18,117 annotated objects, which are divided into 15 classes. The classification scheme includes distinctions not only between military and civilian vehicles and among land, air, and sea vehicles, but also between wheeled versus tracked and rotary-wing versus fixed-wing vehicles, with the addition of a law enforcement category that is absent in other datasets. Moreover, by incorporating suboptimal vehicle images into the dataset, the study aims to ensure robust performance in real-world applications. Experimental results on the proposed dataset demonstrate that the Faster R-CNN, SSD, and RetinaNet models achieved macro F1 scores of 0.763, 0.732, and 0.734, respectively.

Keywords: military vehicle detection, vehicle classification, object detection, deep learning

1. INTRODUCTION

Artifical intelligence (AI) and machine learning applications are on the rise in last years. Especially after development of deep learning models and ease of use with new programing frameworks, every sector got some kind of AI application (Jordan & Mitchell, 2015). From healthcare to the food industry, AI applications are continually improving and growing in number each day (Topol, 2019; Sun et al., 2023). Vehicle detection models are no exception to

this rise, contributing to advancements across various sectors, vehicle detection generally used in traffic management, license plate reading and autonomous driving (Ma & Xue, 2024). Defense sector and military vehicle detection by extension can be also included in this but due to secrecy in the military field there are extra problems in working and creating models and datasets in this field (Ouyang et al., 2022). For example, there are no standardized benchmark datasets for military vehicle detection, unlike civilian vehicle detection, which benefits from datasets like CompCars (Yang et al., 2015). Because of this, datasets used in military vehicle detection studies generally created by researchers who done this studies (Ouyang et al., 2022). When examining vehicle detection studies, it is evident that both benchmark and custom datasets predominantly feature optimal images, such as high-resolution photographs taken under favorable conditions, with vehicles in pristine condition (Pang et al., 2020). Despite this, most studies tend to focus on model development, which has led to the creation of highly advanced state-of-the-art models, while dataset development continues to lag behind (Yanwei et al., 2020). This is especially problematic for military vehicle detection because, first, military applications need to work with high precision; their tolerance to error is much lower compared to the civilian sector. Additionally, unlike civilian vehicle detection, they cannot rely on standardizations and infrastructures, as they are generally 'on their own' compared to their civilian counterparts (Legendre & Vankka, 2020). And all of this dataset problems we mentioned earlier is causes doubts about how good a military detection model will perform on real life scenerinos. .(Yue et al., 2022)

In this study we tried address this with our new custom dataset. Dataset we proposed have 11,057 images with 18,117 annotated object across 15 classes. We also did competavie analysis of how soome of bechmark models in vehicle detection, namely; Single Shot Multibox Detector(SSD), RetinaNet and Faster R-CNN performed on our dataset. In the second section, we explain the models we used and the dataset we created. In the third section, we present the results, and in the fourth and final section, we provide the conclusion and discuss our planned future work.

2.MATERIALS AND METHODS

2.1 Models

We used SSD, RetinaNet and Faster R-CNN models in this study because object detection models like SSD, RetinaNet, and Faster R-CNN are widely used in vehicle detection tasks, either in their original form or through modified derivatives designed to enhance performance in specific applications (Zhao et al., 2019). SSD is a one-stage detector that performs object

classification and localization in a single forward pass through the network, making it suitable for real-time vehicle detection due to its balance of speed and accuracy (Liu et al., 2016). RetinaNet also follows a one-stage architecture but introduces a focal loss function to address the issue of class imbalance, which is particularly useful in datasets where vehicles are small or partially occluded (Lin et al., 2017). In contrast, Faster R-CNN is a two-stage detector known for its high accuracy; it first proposes candidate object regions and then classifies them, making it a popular choice for high-precision vehicle detection tasks where processing time is less critical (Ren et al., 2015).

2.2 Dataset

Our custom dataset was the primary focus of this study. The proposed dataset consists of 11,057 images and 18,117 annotated objects across 15 classes. It includes vehicles from all three domains: air, land, and sea. Unlike most existing military vehicle datasets, our dataset also includes a dedicated class for law enforcement vehicles in addition to civilian and military classes.

In terms of structure, vehicles in the dataset were first grouped by domain—air, land, and sea. Subsequently, air vehicles were divided into two categories: fixed-wing and rotary-wing. Land vehicles were also split into two categories: tracked and wheeled. Finally, each of these five categories was further classified into civilian, military, and law enforcement types. This classification results in a total of 15 classes, with the number of objects per class presented in Figure 1. Additional information regarding class and group percentages is provided in Figure 2 and Figure 3. In Figure 4 there is 10 random images from our dataset with ground truth boxes.

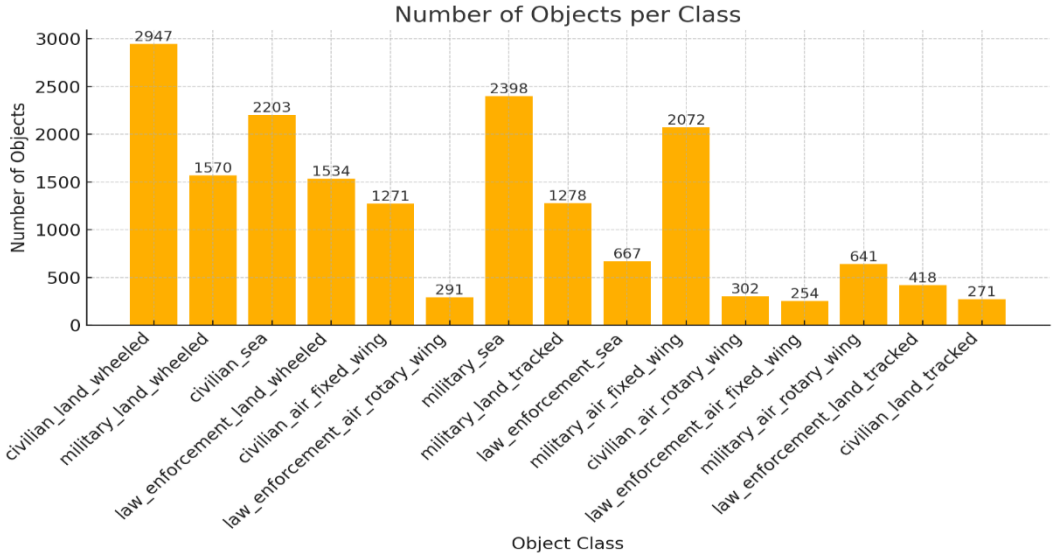


Figure 1: Object numbers per class.

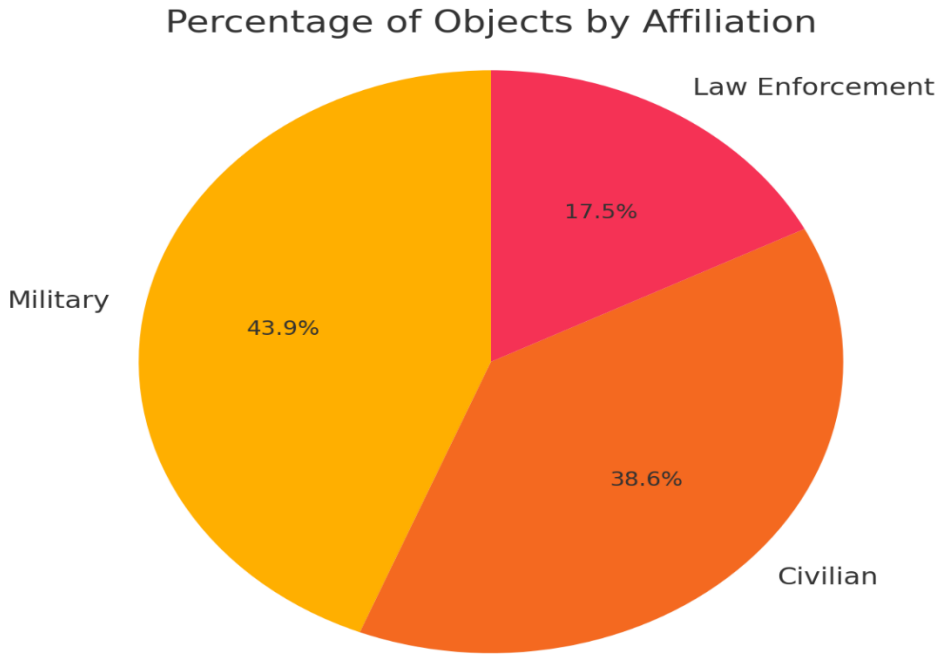


Figure 2: Pie-chart of Percentage of objects affiliations.

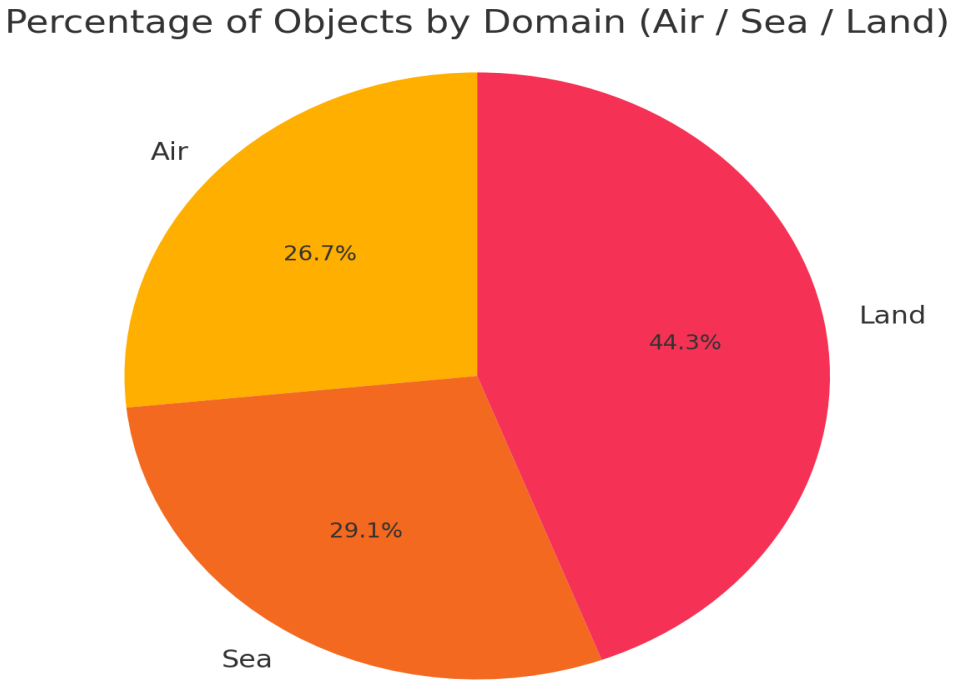


Figure 3: Pie-chart of objects by domain.

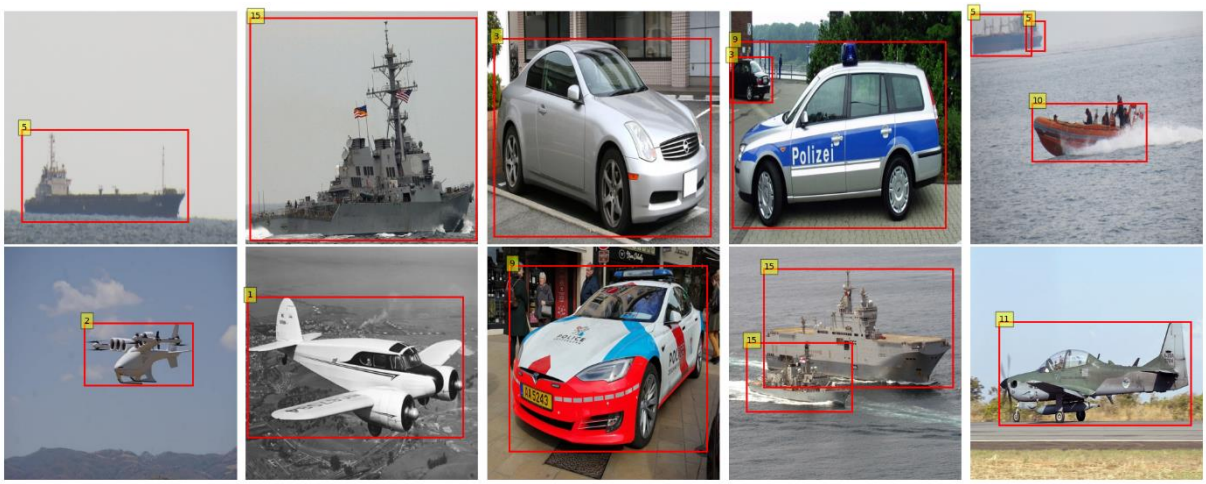


Figure 4: Images from our custom dataset with ground truth boxes.

During the image collection process for our dataset, we aimed to include a diverse range of vehicle types and background environments to enhance variability. A portion of the images was personally photographed by the authors.

2.3 Metrics

2.3.1 Intersection Over Union(IoU): IoU is a commonly used evaluation metric in object detection tasks. It measures the overlap between the predicted bounding box and the ground truth bounding box. IoU is calculated as the area of the intersection divided by the area of the union of the two boxes. A higher IoU indicates more accurate localization of the object (Rezatofighi et al., 2019).

2.3.2 Mean Intersection Over Union(MIoU): (mIoU) is an extension of the IoU metric used for evaluating object detection and semantic segmentation models across multiple classes. It is calculated by taking the average IoU across all classes, providing a comprehensive measure of the model's overall performance. mIoU is particularly useful when assessing models on datasets with multiple object categories (Everingham et al., 2010).

2.3.3 Precision: Precision is a commonly used evaluation metric in object detection that measures the proportion of correctly predicted positive instances (true positives) out of all instances predicted as positive (true positives + false positives). High precision indicates that a model returns more relevant results than irrelevant ones, making it especially important in applications where false positives are costly (Sokolova & Lapalme, 2009).

2.3.4 Recall: Recall is an evaluation metric used in object detection to measure the proportion of actual positive instances that are correctly identified by the model. It is calculated as the number of true positives divided by the sum of true positives and false negatives. High recall

indicates that the model is effective at detecting most of the relevant objects, which is critical in scenarios where missing detections is costly (Sokolova & Lapalme, 2009).

2.3.5 F1 score: F1 Score is the harmonic mean of precision and recall, providing a single metric that balances both false positives and false negatives. It is particularly useful when evaluating models on imbalanced datasets, where focusing on either precision or recall alone might be misleading. A high F1 score indicates a model with both strong precision and recall performance (Sokolova & Lapalme, 2009).

3.RESULTS

We utilized our custom dataset to train and evaluate three object detection models: SSD, RetinaNet, and Faster R-CNN. The dataset was divided into training, testing, and validation sets using a 70:20:10 ratio. Each model was trained for 50 epochs with a learning rate of 0.00002, which was intentionally kept low to reduce the risk of overfitting.

The overall results were moderate—acceptable but not exceptional—especially considering the stricter error tolerance required in military applications. Testing was conducted using an IoU threshold of 0.5. Faster R-CNN, SSD, and RetinaNet achieved macro F1 scores of 0.763, 0.732, and 0.734, respectively. A more detailed comparison of the macro-level results for each model is presented in Table 1 and Figure 5, while per-class performance metrics are illustrated in Figures 6, 7, 8, and 9.

Table 1: metrics from models

Model	Precision	Recall	F1 Score	MIoU
SSD	0.798	0.679	0.732	0.935
RetinaNet	0.744	0.729	0.734	0.955
Faster R-CNN	0.786	0.748	0.763	0.920

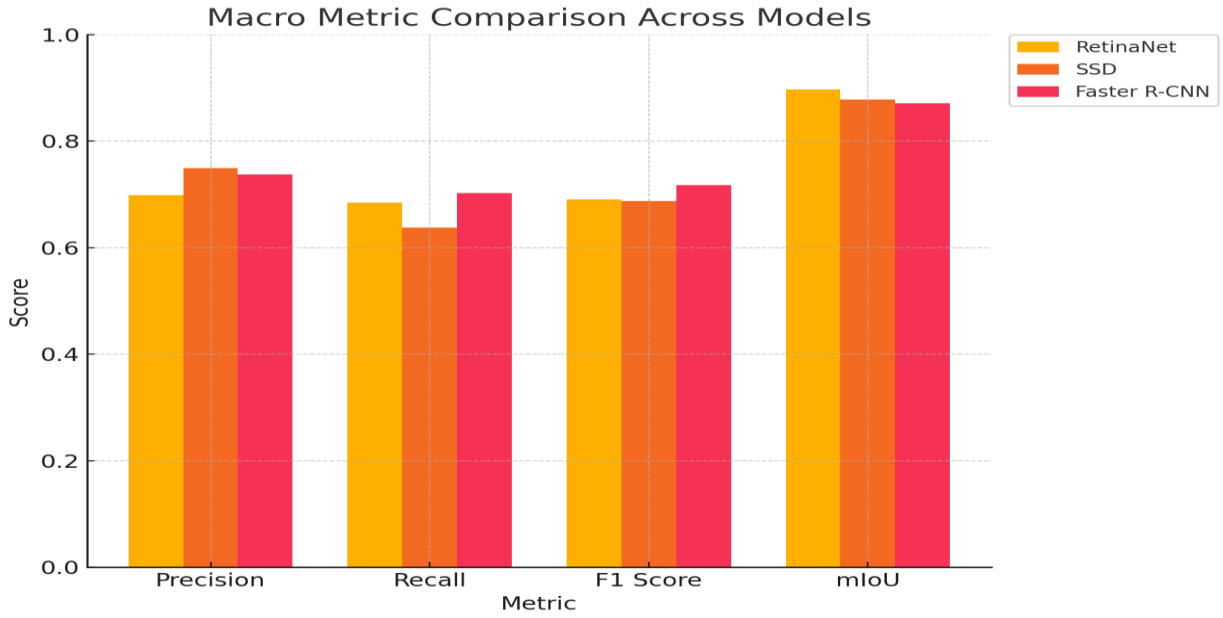


Figure 5: Macro metrics across models.

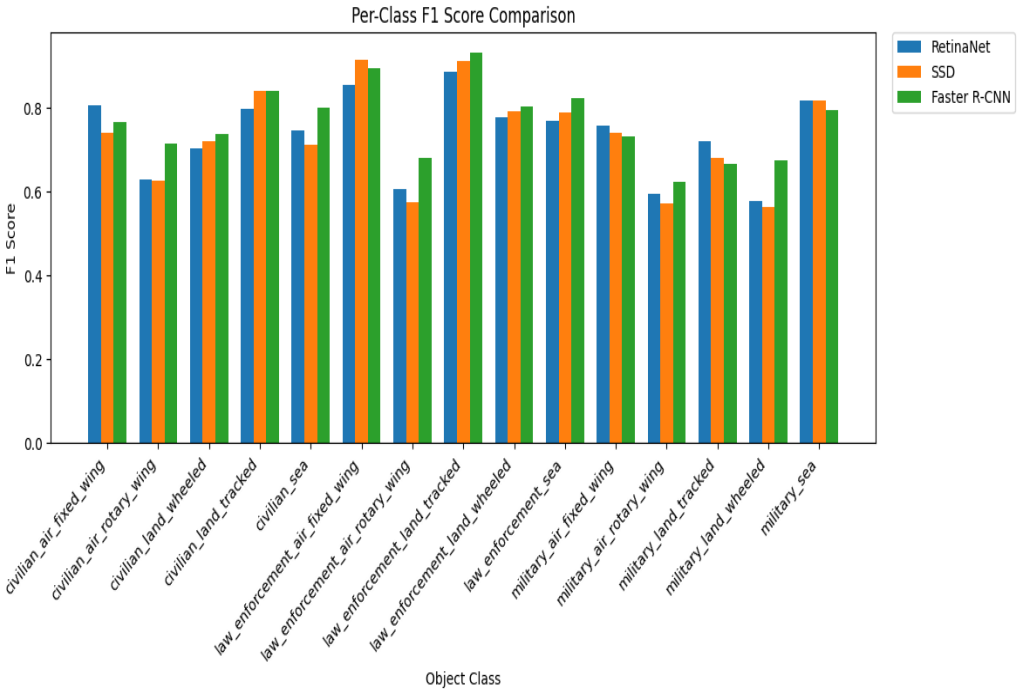


Figure 6: F1 score per class and models.

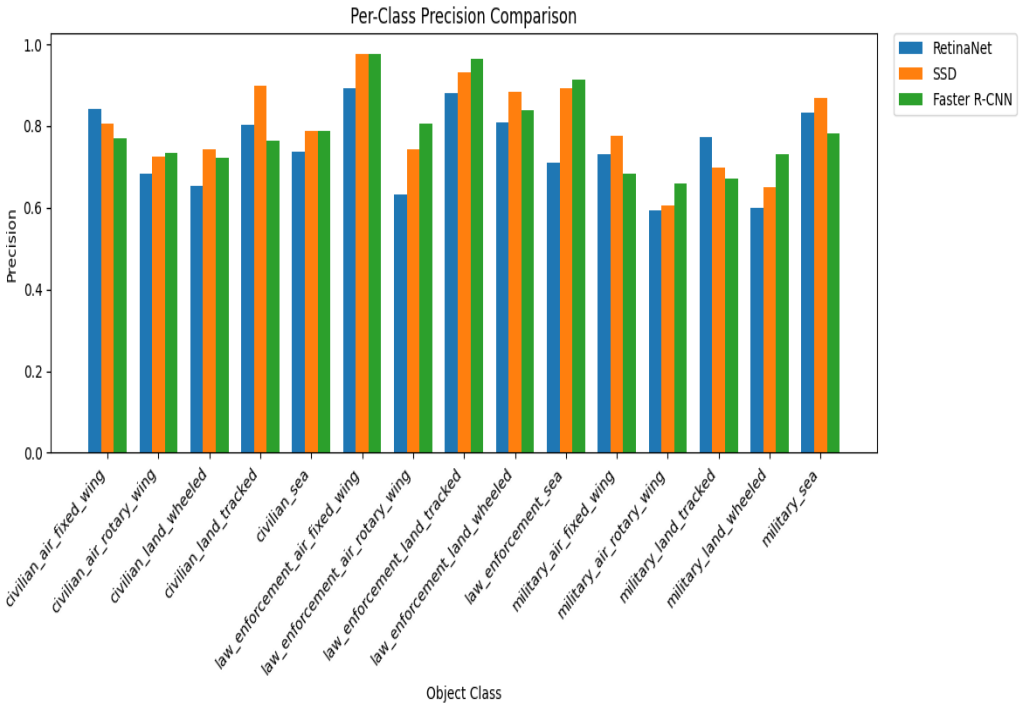


Figure 7: Precision across classes and models.

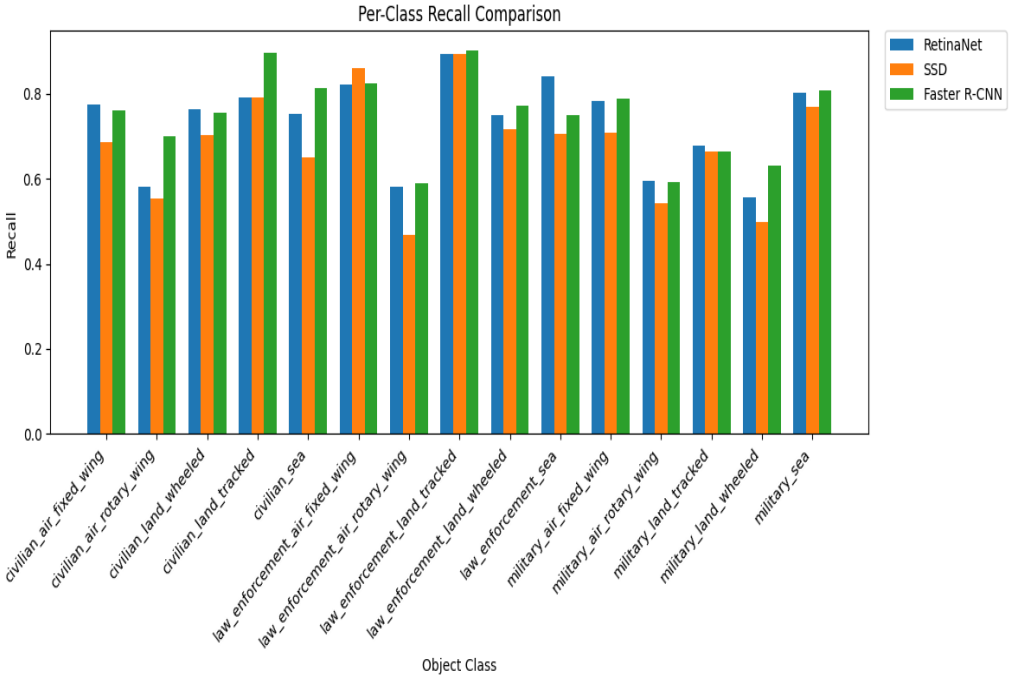


Figure 8: Recall across classes and models.

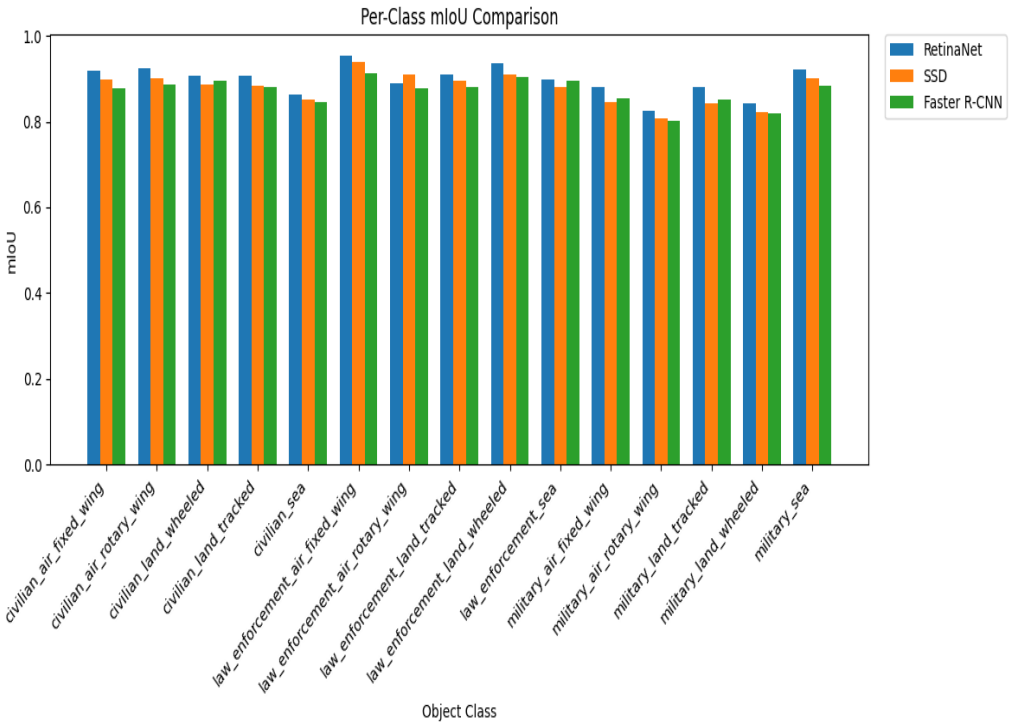


Figure 9: MIoU across all of the classes.

Based on the results presented in the figures and tables above, Faster R-CNN demonstrated the best overall performance by a slight margin. However, SSD and RetinaNet showed superior performance in accurately predicting ground truth bounding boxes. MIoU remained relatively stable across all classes, whereas other evaluation metrics exhibited minor fluctuations. This variation is likely attributable to class imbalance within the dataset.

4.CONCLUSIONS

In this study, we aimed to address the lack of publicly available military vehicle datasets suitable for developing military vehicle detection models. While standard object detection models produced acceptable results, our dataset contributes novel elements, such as suboptimal image conditions and the inclusion of underrepresented classes like law enforcement vehicles—features often absent in comparable military and civilian datasets. However, the dataset is still far from complete. There remains a critical need for class balancing and an increased volume of images. As part of our future work, we plan to further expand and refine the dataset, as well as develop a model capable of better understanding the hierarchical relationships between classes—for example, recognizing the connection between tracked and wheeled vehicles as subcategories within the broader land vehicle class.

REFERENCES

Ma, C., & Xue, F. (2024). A review of vehicle detection methods based on computer vision. Journal of Intelligent and Connected Vehicles, 7(1), 1–18. https://doi.org/10.26599/JICV.2023.9210019

Sun, J., Wang, Y., & Liu, H. (2023). Applications of artificial intelligence in the food industry: A review. Journal of Food Engineering, 330, 111234. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111234

Ouyang, Y., Wang, X.,Hu R., Xu H. ve Shao F.(2022), Military Vehicle Object Detection Based on Hierarchical Feature Representation and Refined Localization. IEEE Access. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3207153

Pang, Y., Cao, J., Li, Y., Xie, J., Sun, H., & Gong, J. (2020). TJU-DHD: A Diverse High-Resolution Dataset for Object Detection. arXiv preprint arXiv:2011.09170.

Legendre, D., Vankka, J. (2020). Military Vehicle Recognition with Different Image Machine Learning Techniques. In: Lopata, A., Butkienė, R., Gudonienė, D., Sukackė, V. (eds) Information and Software Technologies. ICIST 2020. Communications in Computer and Information Science, vol 1283. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59506-7_19

Rezatofighi, H., Tsoi, N., Gwak, J. Y., Sadeghian, A., Reid, I., & Savarese, S. (2019). Generalized Intersection over Union: A metric and a loss for bounding box regression. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 658–666). https://doi.org/10.1109/CVPR.2019.00075

Topol, E. (2019). Deep medicine: How artificial intelligence can make healthcare human again. Basic Books.

Zhao, Z. Q., Zheng, P., Xu, S. T., & Wu, X. (2019). Object detection with deep learning: A review. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 30(11), 3212–3232. https://doi.org/10.1109/TNNLS.2018.2876865

Lin, T. Y., Goyal, P., Girshick, R., He, K., & Dollár, P. (2017). Focal loss for dense object detection. In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (pp. 2980–2988). https://doi.org/10.1109/ICCV.2017.324

Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S., Fu, C. Y., & Berg, A. C. (2016). SSD: Single Shot MultiBox Detector. In European Conference on Computer Vision (pp. 21–37). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46448-0_2

Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. Science, 349(6245), 255–260. https://doi.org/10.1126/science.aaa8415

Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2015). Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. In Advances in Neural Information Processing Systems (pp. 91–99). https://arxiv.org/abs/1506.01497

Everingham, M., Van Gool, L., Williams, C. K. I., Winn, J., & Zisserman, A. (2010). The Pascal Visual Object Classes (VOC) Challenge. International Journal of Computer Vision, 88(2), 303–338. https://doi.org/10.1007/s11263-009-0275-4

Sokolova, M., & Lapalme, G. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. Information Processing & Management, 45(4), 427–437. https://doi.org/10.1016/j.ipm.2009.03.002

KALP HASTALIKLARININ TANISINDA DERİN ÖĞRENME DESTEKLİ EKG GÖRÜNTÜ ANALİZİ

Fadile ÖZTÜRK
Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilimdalı Yakutiye/Erzurum
ORCID ID: 0009-0000-7724-9830
Nursena BAYĞIN
Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilimdalı Yakutiye/Erzurum
ORCID ID: 0000-0003-4457-5503
Sefa KÜÇÜK
Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Yakutiye/Erzurum
ORCID ID: 0000-0002-0279-3185

ÖZET

Kalp hastalıkları, dünya çapında en yüksek ölüm riski taşıyan sağlık sorunlarının arasında yer almaktadır. Erken teşhis, tedavi başarısını doğrudan etkileyen kritik faktörler arasındadır. Son yıllarda teknolojinin hızla gelişmesiyle sağlık alanında yeni gelişmeler sağlanmış ve etkili çözümler sunulmuştur. Bu çalışma, kalp kapakçıklarından alınan seslerin EKG görüntülerine dönüştürülmesiyle verilerin, çeşitli yapay zekâ modelleriyle sınıflandırılmasını incelemektedir. Araştırmada iki aşamalı metodoloji izlenmiştir. Birinci aşamada, Kaggle veri deposundan alınan daha küçük ölçekli EKG görüntüleri üzerinde makine öğrenmesi algoritmaları (Karar Ağaçları, Random Forest ve Lojistik Regresyon) uygulanmıştır. İkinci aşamada ise Mendeley'den alınan daha büyük ve kapsamlı bir veri kümesi kullanılarak, derin öğrenme mimarilerinden ResNet152v2 modeli eğitilmiş ve test edilmiştir. Her algoritmanın performansı, karmaşıklık matrisi ve ROC eğrileri kullanılarak ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Düşük hesaplama gücü gerektiren makine öğrenmesi algoritmalarının makul başarı oranları sunmasına karşın, One-Hot Encoding tekniğiyle sayısallaştırılmış veriler üzerinde uygulanan ResNet152v2 mimarisi, tüm sınıflandırma görevlerinde %89'luk doğruluk oranıyla en yüksek performansı elde etmiştir. Bu sonuç, EKG görüntülerinin kalp seslerinin atriyum ve ventrikül kaynaklı anormalliklerini (erken atriyum, erken ventriküller, kalp krizi ve normal) tespit etmedeki etkinliğini kanıtlamaktadır. Önerilen çalışmada, daha karmaşık derin öğrenme mimarilerinin, özellikle büyük veri kümelerinde daha yüksek hesaplama gücü gerektirmesine rağmen, daha hassas ve güvenilir sonuçlar sağladığını göstermiştir. Elde edilen bulgular, kardiyoloji alanından yapay zekâ destekli tanı sistemlerinin klinik uygulamalarda kullanım potansiyelini vurgulamakta ve gelecekteki araştırmalara yön verebileceği öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Kalp Hastalıkları, Yapay Zekâ, Derin Öğrenme, EKG, Makine Öğrenmesi

DEEP LEARNING SUPPORTED ECG IMAGE ANALYSIS IN HEART DISEASES DIAGNOSIS

ABSTRACT

Heart diseases are among the health problems with the highest risk of death worldwide. Early diagnosis is among the critical factors that directly affect the success of treatment. In recent years, with the rapid development of technology, new developments have been made in the field of health and effective solutions have been offered. This study examines the classification of data by various artificial intelligence models by converting sounds taken from heart valves into ECG images. A two-stage methodology was followed in the research.

In the first stage, machine learning algorithms (Decision Trees, Random Forest and Logistic Regression) were applied on smaller-scale ECG images taken from the Kaggle data repository. In the second stage, the ResNet152v2 model, one of the deep learning architectures, was trained and tested using a larger and more comprehensive dataset taken from Mendeley. The performance of each algorithm was evaluated in detail using the confusion matrix and ROC curves. Although machine learning algorithms requiring low computational power offer reasonable success rates, the ResNet152v2 architecture applied on digitized data with the One Hot Encoding technique achieved the highest performance with an accuracy rate of 89% in all classification tasks. This result proves the effectiveness of ECG images in detecting abnormalities of heart sounds originating from the atria and ventricles (premature atrial contractions, premature ventricular contractions, heart attacks and normal). The proposed study showed that more complex deep learning architectures provide more sensitive and reliable results, although they require higher computational power, especially in large datasets. The findings emphasize the potential of artificial intelligence-supported diagnostic systems in the field of cardiology in clinical applications and are expected to guide future research.

Keywords: Diseases, Artificial intelligence, Deep Learning, ECG, Machine Learning

1. GİRİŞ

Kalp hastalıkları, dünyada diğer hastalıklarla karşılaştırıldığında en yüksek ölüm riski taşıyan sağlık sorunları arasında yer almaktadır. Bu hastalıkların tespit edilmesinde, kalpten gelen seslerin dinlenmesi sonucunda elde edilen EKG görüntüleri kullanılmakta ve böylece hastalıkların tedavi süreci daha doğru şekilde izlenmektedir (Rath et al., 2021). Elektrokardiyogram (EKG), kalbin ürettiği elektriksel aktivitenin basit bir kaydıdır. EKG, kalp atış hızının ölçülmesi, kalp ritminin incelenmesi, kalp anormalliklerinin teşhisi, duygu tanıma ve biyometrik tanımlama gibi çeşitli biyomedikal uygulamalar için etkili bir araç olarak

kullanılmaktadır (Kaplan et al., 2018). EKG analizi, ön işleme, özellik çıkarma, özellik seçimi, özellik dönüşümü ve sınıflandırma gibi adımları içermektedir. Bu adımların her biri, analizin başarısı için kritik öneme sahiptir (Wasimuddin et al., 2020). Kalbin elektriksel aktivitelerini inceleyen EKG taraması, tek başına kalp hastalıklarının anormalliklerini tespit etmede doğrudan kullanılmamaktadır. Yani sadece bu kayıtların incelenmesiyle tedavi müdahalesi yapılması uygun görülmemektedir (Somwanshi et al., 2018). Bu süreçte stetoskoplardan alınan veriler bir uzman tarafından değerlendirmekte ve gerekli diğer ölçütler kullanılarak hastalık teşhisi konulmaktadır. Bu makalede, farklı veri depolarından alınan EKG veri setleri kullanılarak, kalp hastalıklarının makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemleriyle modellenmesi hedeflenmektedir.

Bu çalışmanın literatüre özgün katkısı, EKG görüntülerinin analizinde geleneksel makine öğrenmesi ve derin öğrenme yaklaşımlarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir. Özellikle kalp seslerinin EKG görüntülerine dönüştürülmesi ve bu görüntülerin ResNet152v2 gibi gelişmiş bir derin öğrenme mimarisiyle analiz edilmesi, literatürde yeterince incelenmemiş bir konudur. Önerilen bu çalışmada, klinik ortamlarda kalp hastalıklarının erken teşhisi için hesaplama maliyeti ve tanı doğruluğu arasındaki dengeyi optimize eden bir yaklaşım sunarak hem araştırmacılar hem de klinisyenler için pratik bir çözüm önermektedir. Ayrıca farklı büyüklükteki veri setlerinde modellerin performansını değerlendirerek, veri miktarının tanı doğruluğuna etkisini de ortaya koymaktadır.

Bu araştırma çalışmasında, Araştırmamızda temel olarak, EKG görüntüleri üzerinde uygulanan derin öğrenme mimarilerinin, kalp hastalıklarının tanısında geleneksel makine öğrenmesi algoritmalarına göre anlamlı bir performans artışı sağlayıp sağlamadığı sorusu üzerine odaklanılmıştır. Bu bağlamda, veri kümesi büyüklüğünün yapay zekâ modellerinin performansına etkisini, kalp seslerinden elde edilen EKG görüntülerinin farklı kardiyak patolojileri ayırt etmedeki etkinliğini ve One-Hot Encoding (Tek-Sıcak Kodlama) gibi veri dönüşüm tekniklerinin model performansına etkisini incelemeyi amaçlanmıştır.

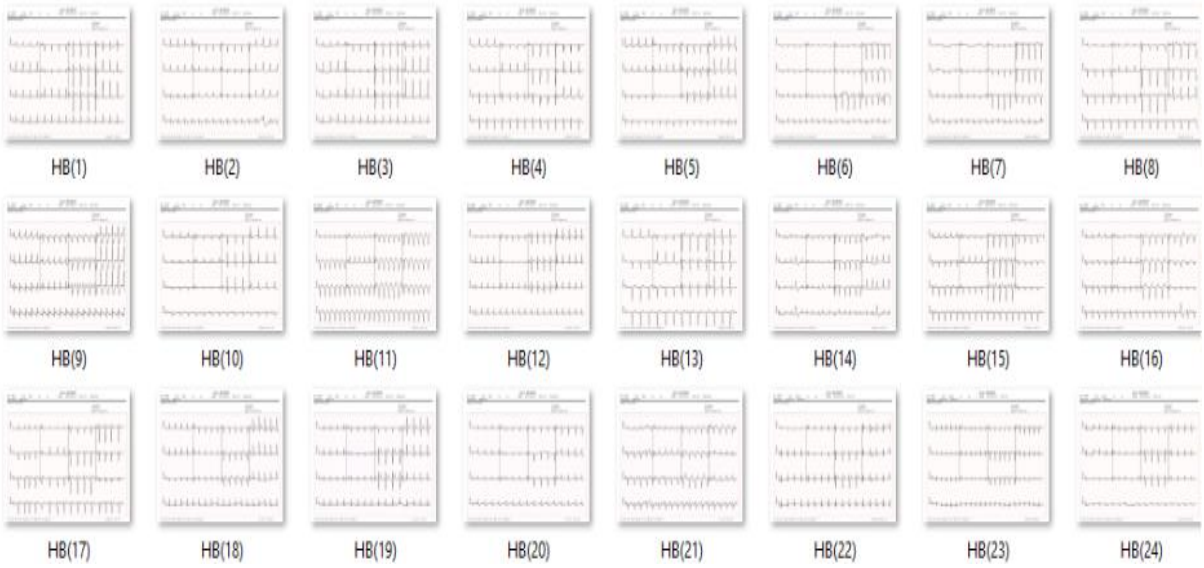
Çalışmanın geri kalan bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir: İkinci bölümde, “Materyal ve Metotlar” başlığı altında makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemleriyle birlikte veri ön işleme süreci ve değerlendirme metrikleri ele alınmıştır. Üçüncü bölümde, deneysel sonuçlar ve tartışma kısmına yer verilmiş; kullanılan yöntemlerin performans analizleri sunulmuştur. Son bölümde ise çalışmanın genel bir değerlendirmesini içeren “Sonuçlar” kısmı bulunmaktadır.

2. MATERYAL VE METOTLAR

Bu bölümde, önerilen çalışmada kullanılan derin öğrenme yöntemlerinin teorik temelleri, EKG görüntü analizindeki uygulamaları ve veri ön işleme tekniklerine ilişkin literatür bilgileri sunulmuştur.

2.1. Makine Öğrenmesi Yöntemleri

Kalp hastalıklarının modellenmesinde öncelikle test edilen makine öğrenmesi yöntemleri arasında Karar Ağacı, Random Forest (Rasgele Orman) ve Lojistik Regresyon algoritmaları bulunmaktadır. Makine öğrenmesi algoritmalarının test edileceği veri kümesi, Kaggle platformundan indirilmiş olup Şekil 1'de gösterilmiştir (*ECG Images Dataset of Cardiac Patients*, n.d.). Farklı algoritmaların kullanılmasının nedeni, hastalık teşhisi ve modellenmesinde çeşitli algoritmalardan elde edilen doğruluk sonuçlarının karşılaştırılabilmesidir.



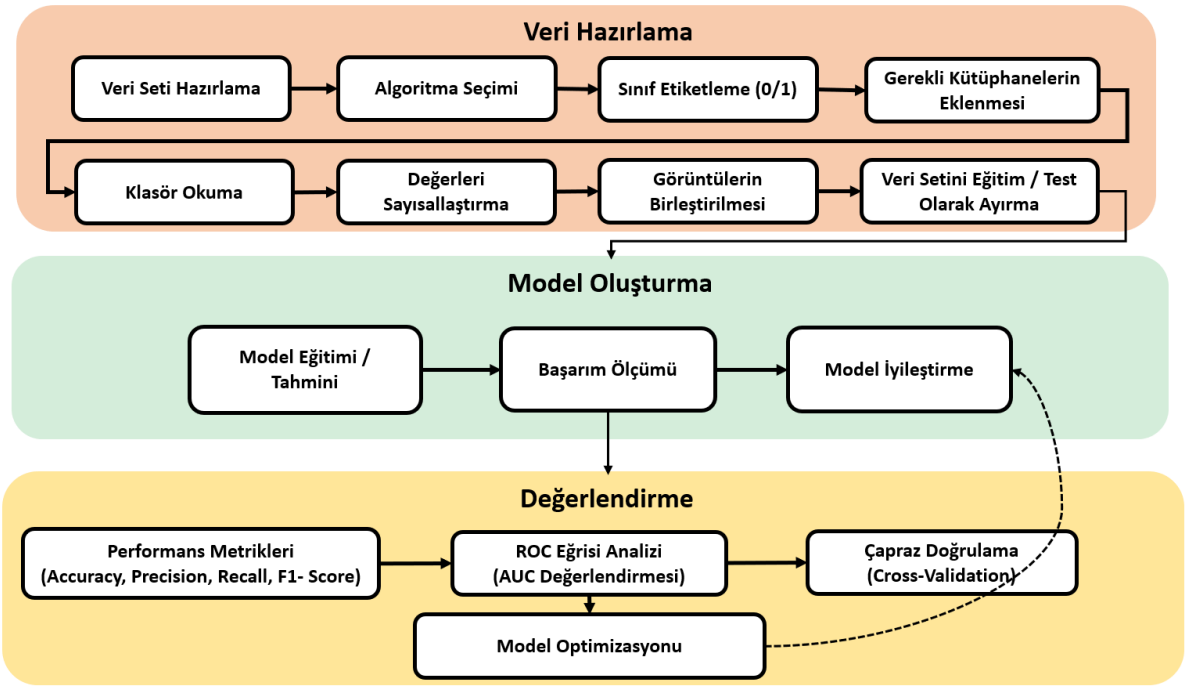
Şekil 1. Veri kümesi-1 (Kaggle)

Karar ağaçları, sınıfları bilinen örnek verilerden karar düğümleri (decision nodes) ve yaprak düğümlerinden (leaf nodes) oluşan ağaç şeklinde bir sınıflandırma algoritmasıdır (Navada et al., 2011). Karar ağaçları algoritması, veri kümesini bölüp küçülterek geliştirilen bir yöntemdir. Karar düğümleri bir veya birden fazla daldan meydana gelebilmektedir. İlk düğüme kök düğüm (root node) adı verilmektedir. Karar ağacı algoritmaları hem metinsel hem de sayısal verilerle çalışabilmektedir (Charbuty & Abdulazeez, 2021). Karar ağaçlarının avantajları arasında, ağaç yapılarının kolay yorumlanabilir ve görselleştirebilir olması bulunmaktadır. Hem metinsel hem de sayısal verilerin analiz edilebilmesi mümkündür. Karar ağaçları, ön giriş

parametrelerine bağlı çarpanlardan oluşmamakta ve modelin çalışması için yüksek miktarda veriye ihtiyaç duymadan eğitim gerçekleştirilebilmektedir. Dezavantajları arasında ise verilerin analizi sırasında otomatik oluşan büyük ağaç yapılarının karmaşıklığı nedeniyle ağaç dallarının takibinin zorlaşması ve aşırı öğrenme (over fitting) riski bulunmaktadır (Podgorelec et al., 2002). Karar ağacı tekniğiyle veri sınıflandırması, öğrenme ve sınıflama olmak üzere iki basamaklı bir işlemdir (Reund & Mason, n.d.).

Random Forest, karar ağaçlarını kullanan bir topluluk (ensemble) öğrenme yöntemidir. Her ağaç, eğitim veri kümesinin rastgele bir alt kümesi üzerinde eğitilir ve sonuçta elde edilen tahminler, çoğunluk oyuyla veya ortalama alınarak birleştirilir. Bu yöntem hem sınıflandırma hem de regresyon problemleri için kullanılabilmektedir (Lin et al., 2017). Avantajları arasında, birden fazla karar ağacının sonuçlarını birleştirerek daha doğru ve sağlam tahminler elde etmesi ce aşırı uyum (overfitting) yapma riskini azaltması bulunmaktadır. Hem sınıflandırma hem de regresyon problemleri için uygundur. Karmaşık veri ilişkilerini otomatik olarak öğrenebilmekte ve belirli bir veri hazırlık süreci gerektirmemektedir (Capitaine et al., 2021). Dezavantajları arasında ise, birçok ağacın sonuçları birleştirildiğinden modelin belirli bir tahmini nasıl yaptığını anlamanın zorluğu bulunmaktadır. Çok sayıda ağaç oluşturulması ve eğitilmesi nedeniyle hesaplama ve bellek kullanımı yüksektir. Eğitim süresi hızlı olsa da özellikle büyük veri kümelerinde tahmin yapma süresi uzayabilmektedir (Breiman, 2001).

Logistic Regression, bir verinin hangi kategoriye ait olduğunu tahmin etmek için kullanılan bir modeldir. Genellikle evet, hayır gibi iki seçenekli durumlarda tercih edilir ve sonucun olasılığını hesaplayarak karar verir (Dreiseitl & Ohno-Machado, 2002). Avantajları arasında, modelin çıktılarının ve katsayılarının kolayca yorumlanabilmesi yer almaktadır. Modelin eğitim ve tahmin süreci genellikle hızlıdır; bu da onu büyük veri kümeleriyle çalışırken oldukça verimli hale getirmektedir. Ayrıca, sınıflandırma sonuçlarını olasılık şeklinde sunması, belirli bir eşik değeri üzerinden karar vermeyi kolaylaştırır (Zou et al., 2019). Dezavantajları arasında ise, karmaşık problemlerde performansının düşük olabilmesi sayılabilir. Modelin iyi performans göstermesi için genellikle doğru öznitelik çıkarmak gerekmektedir. Sınıflar arasında büyük bir dengesizlik varsa, modelin performansı olumsuz etkilenebilmektedir (Böhning, 1992).



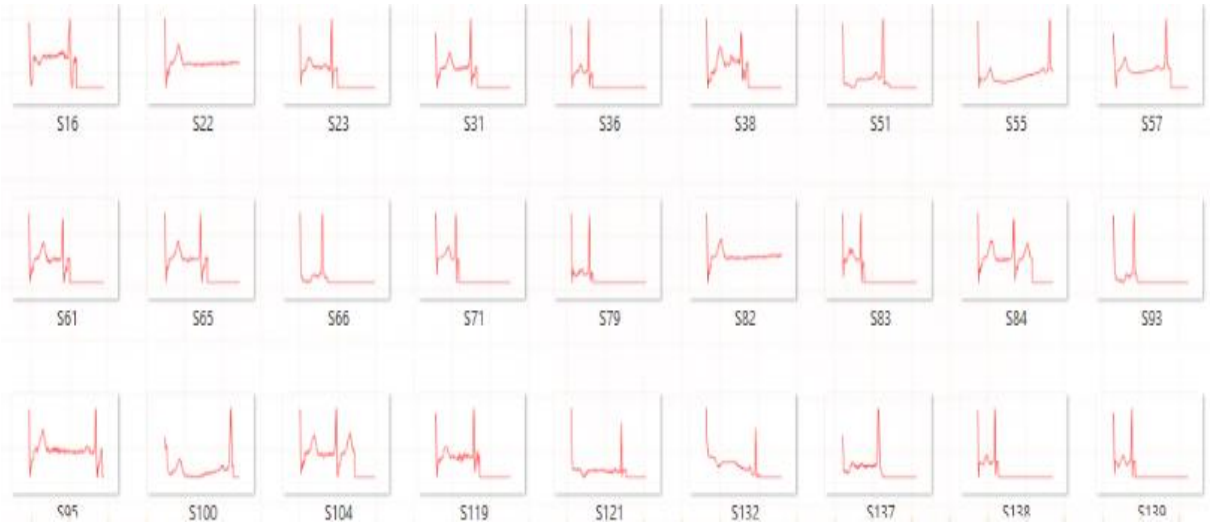
Şekil 2. Makine öğrenmesi algoritmanın süreci

Şekil 2'de makine öğrenmesi algoritmasının süreci üç ana aşamada görselleştirilmiştir. İlk aşama olan "Veri Hazırlama" bölümünde; veri seti hazırlama, algoritma seçimi, sınıf etiketleme, gerekli kütüphanelerin eklenmesi, klasör okuma, değerlerin sayısallaştırılması, görüntülerin birleştirilmesi ve veri setinin eğitim/test olarak ayrılması adımları yer almaktadır. İkinci aşama olan "Model Oluşturma" bölümünde; model eğitimi/tahmini, başarım ölçümü ve model iyileştirme adımları bulunmaktadır. Son aşama olan "Değerlendirme" bölümünde ise; performans metrikleri, ROC eğrisi analizi, çapraz doğrulama ve model optimizasyonu adımları gösterilmektedir.

2.2. Derin Öğrenme Yöntemleri

Derin öğrenme yöntemleri arasında kullanılan model, ResNet152V2 derin öğrenme mimarisidir. Bu yöntemle modelin doğruluğunu tespit etmek ve arttırmak amacıyla daha büyük bir veri seti üzerinde eğitim ve test işlemleri gerçekleştirilmiştir. ResNet152V2, Residual Network (ResNet) ailesine ait bir derin öğrenme modelidir. Bu model, görüntü sınıflandırma gibi görsel tanıma problemleri için tasarlanmıştır (Rhomadhon & Ningtias, 2024). ResNet152V2, önceden eğitilmiş bir modeldir ve genellikle çeşitli nesne tanıma görevlerinde kullanılmaktadır. Özellikle ImageNet veri kümesi üzerinde eğitilmiştir. ResNet152V2, evrişimli sinir ağı (Convolutional Neural Network, CNN) mimarisi kullanmaktadır. CNN, görsel veri analizinde başarılı olan bir derin öğrenme modelidir. Girdi olarak alınan

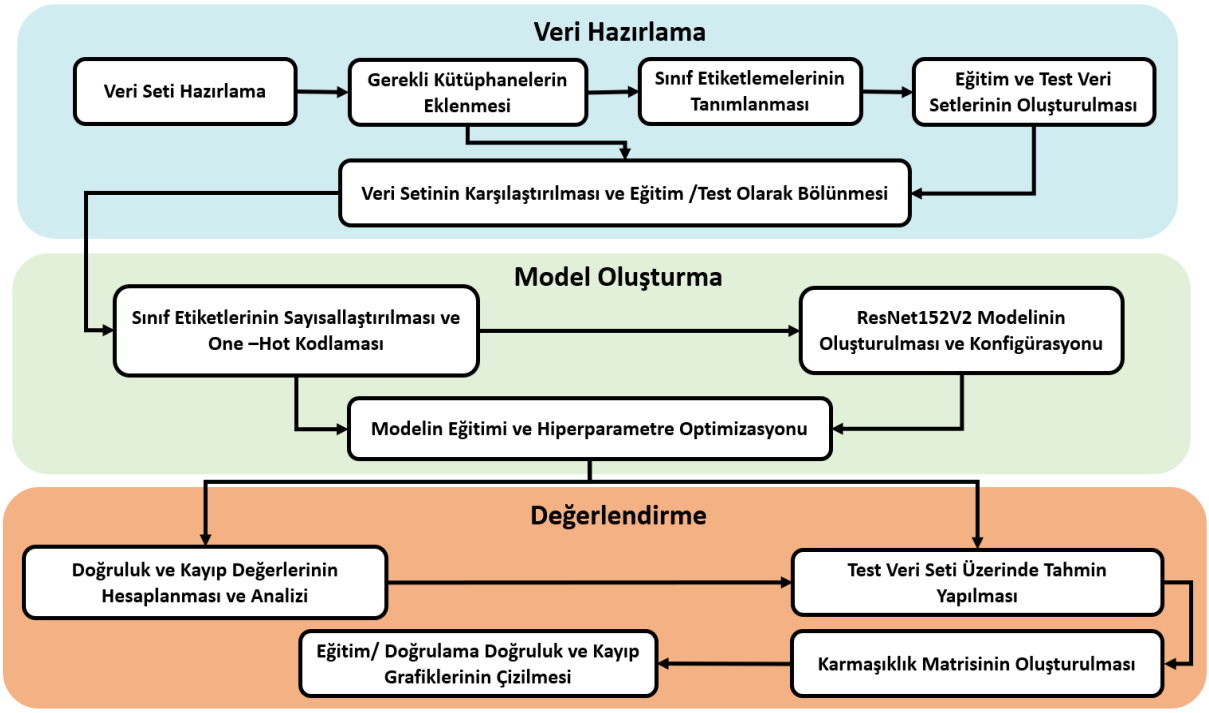
görüntülerin özelliklerini çıkarmak ve bu özellikleri kullanarak sınıflandırma veya tanıma gibi görevleri gerçekleştirmek için tasarlanmıştır (Adjei et al., 2024; Vetrithangam et al., 2023). Resnet152V2 modeli için eğitilecek veriler Mendeley platformundan indirilmiş olup Şekil 3'de gösterilmiştir (Khan & Hussain, 2025).



Şekil 3. Veri kümesi-2 (Mendeley)

Resnet152V2'nin avantajları arasında, 152 katmandan oluşan çok derin bir ağ olması ve bu derinliğin daha karmaşık, ince detaylara sahip görselleri iyi bir şekilde temsil ederek yüksek sınıflandırma doğruluğu sağlaması yer almaktadır (Soni et al., 2024). Ayrıca, bağlantılar aşırı öğrenmeyi de azaltmaya yardımcı olmaktadır. Resnet152V2, ImageNet gibi geniş bir veri kümesi üzerinde önceden eğitilmiş ağırlıklara sahiptir. Bu da genel özelliklerin öğrenilmesine yardımcı olarak daha hızlı eğitim sağlamaktadır (Munipalli & Annepu, 2024). Dezavantajları arasında ise, derin ve karmaşık bir model olduğu için yüksel hesaplama gücü gerektirmesi bulunmaktadır. Bu durum, eğitim ve tahmin sürelerinin uzamasına ve daha yüksek donanım gereksinimine yol açmaktadır. Bu tür derin öğrenme modelleri, büyük ve çeşitli veri kümesi gerektirmektedir. Veri kümelerine erişimin sınırlı olduğu durumlarda bu bir dezavantaj oluşturmaktadır. Ayrıca, bu tür modeller çok fazla bellek kullanımı gerektirebilmekte, bellek ihtiyacının karşılanmaması durumunda eğitim ve tahmin sırasında sorunlar yaşanabilmektedir (Shrestha & Mahmood, 2019).

Şekil 4' de görüldüğü gibi ResNet152V2 algoritması uygulanırken öncelikle veri seti klasörleri hazırlanmakta ve gerekli kütüphaneler sisteme eklenmektedir. Daha sonra sınıf etiketleri tanımlanarak, eğitim ve test için kullanılacak veri setleri oluşturulmaktadır.

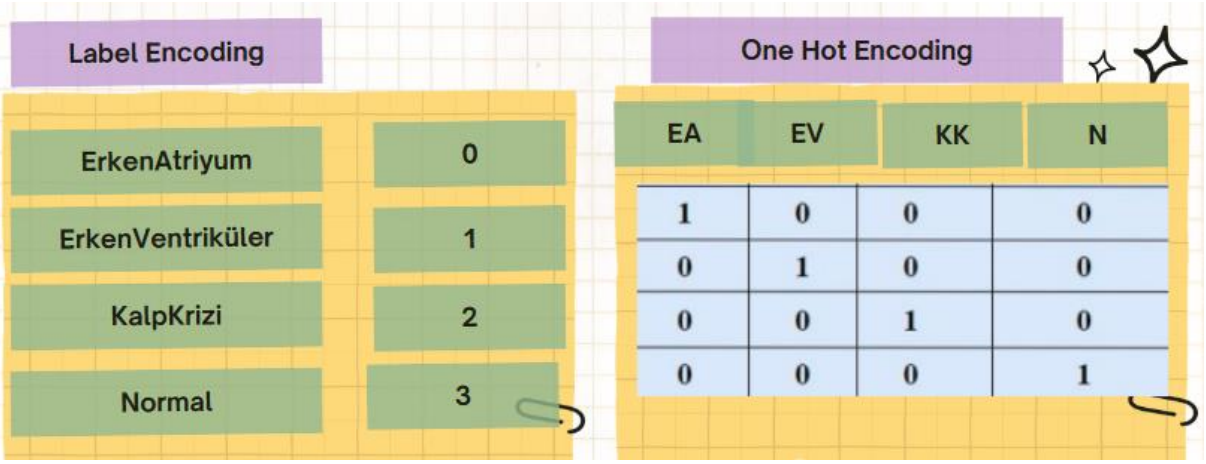


Şekil 4. ResNet152V2 derin öğrenme tabanlı görüntü sınıflandırma uygulama süreci

Veri seti karıştırılıp eğitim ve test olarak bölündükten sonra, sınıf etiketleri sayısal değerlere dönüştürülmekte ve One-Hot kodlaması gerçekleştirilmektedir. Sonraki aşamada ise ResNet152V2 modeli oluşturularak eğitim başlatılmaktadır. Eğitim sürecinde doğruluk ve kayıp değerleri alınmakta, ardından test veri seti üzerinde tahminler yapılmaktadır. Modelin performansını değerlendirmek için karmaşıklık matrisi oluşturulmaktadır. Son olarak, modelin performansını görselleştirmek amacıyla eğitim ve doğrulama doğruluk grafiği ile kayıp grafiği çizilmektedir.

2.3. Veri Ön İşleme ve Değerlendirme Metrikleri

One- Hot Encoding, kategorik verileri sayısal forma dönüştürmek için kullanılan bir tekniktir. Bu yöntem, kategorik değişkenlerdeki her bir benzersiz kategori için ayrı bir ikili (binary) vektör oluşturmaktadır (Vijayanarasimhan et al., 2015). Bu vektörde, ilgili kategoriye karşılık gelen pozisyon 1, diğer tüm pozisyonlar ise 0 değerine sahiptir (Li et al., 2018). One- Hot Encoding yöntemi Şekil-5'de gösterilmiştir.



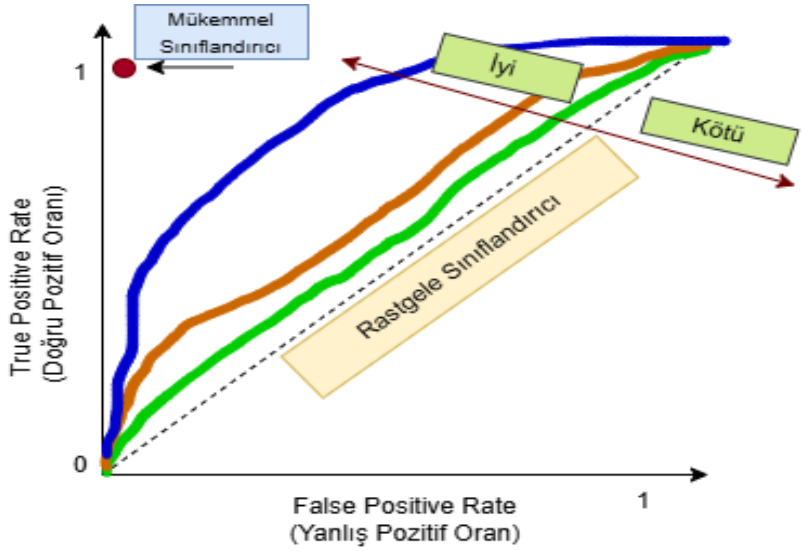
Şekil 5. One hot encoding

Şekil 5'de gösterilen One-Hot Encoding kodlaması, veri kümesinde kullanılan 4 sınıf için uygulanmıştır. Sınıflar arasında "Erken Atriyum" sınıfı, kalbin normal atışından önce çıkan ve atriyumdan (kalp odacıklarından) kaynaklanan sesleri ifade etmektedir. "ErkenVentriküller" sınıfı, normal atıştan önce gelen ve ventriküllerden (kapakçıklardan) kaynaklan sesleri belirtmektedir. "Kalp Krizi" ve "Normal" ses kategorileri de diğer sınıfları oluşturmaktadır (Borer & Sharma, 2015).

3. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Makine Öğrenmesi Algoritmaları Performans Analizi

Makine öğrenmesi algoritmalarının 3 farklı şekilde uygulanması sonucunda, doğruluk değerleri, her bir modele ait ROC eğrisi ve karmaşıklık matrisi (confusion matrix) elde edilmiştir. ROC eğrisi, dengesiz veri kümelerinin bulunduğu durumlarda, makine öğrenmesi algoritmalarının performansını değerlendirmek için en yaygın kullanılan ölçütlerden biridir (Martínez Pérez & Pérez Martin, 2023). Bu eğri, modelin tahmin başarısını göstermektedir. ROC, farklı sınıflar için bir olasılık eğrisidir ve doğru pozitif oranına karşı yanlış pozitif oranını grafiksel olarak göstermektedir Şekil 6 (Kanika et al., 2021).

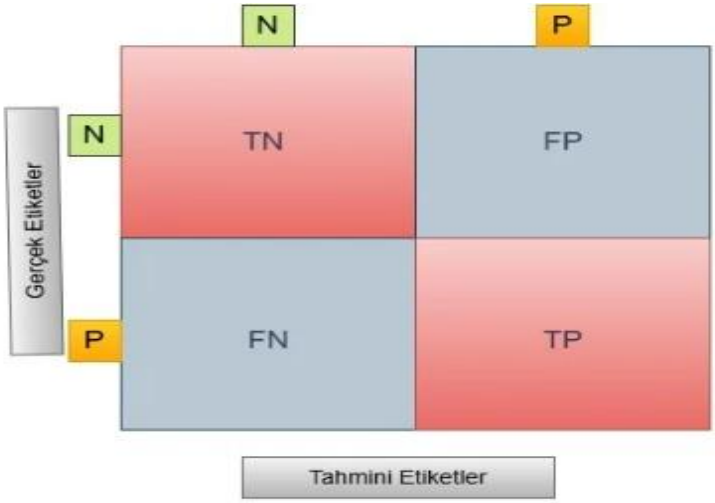


Şekil 6. Makine öğrenmesi algoritmanın süreci

Karmaşıklık matrisi ise bir sınıflandırma algoritmasının performansını değerlendirmek için kullanılan bir tablodur. Bu matris, doğru ve yanlış tahminleri özetleyerek bir sınıflandırma problemindeki tahmin sonuçlarını kapsamlı bir şekilde göstermektedir (Heydarian et al., 2022).

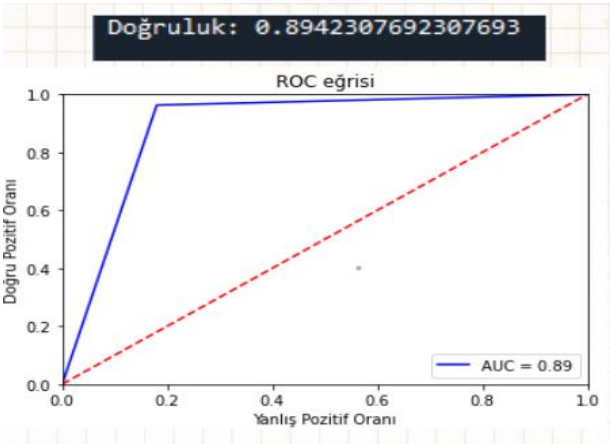
Şekil 7 'de gösterildiği gibi Sınıflandırma modellerinde kullanılan dört farklı durum vardır

- Tn = True Negatif →Negatif tahmin edilen sınıfların doğru tahmin edilme sayısını belirtir.
- TP = True Pozitif → Pozitif tahmin edilen sınıfların tahmin edilme sayısını verir.
- FN = False Negatif → Yanlış tahmin edilen negatif sınıfların sayısını verir.
- FP = False Pozitif → Yanlış olarak belirtilen sınıfların tahmin sayısını verir.

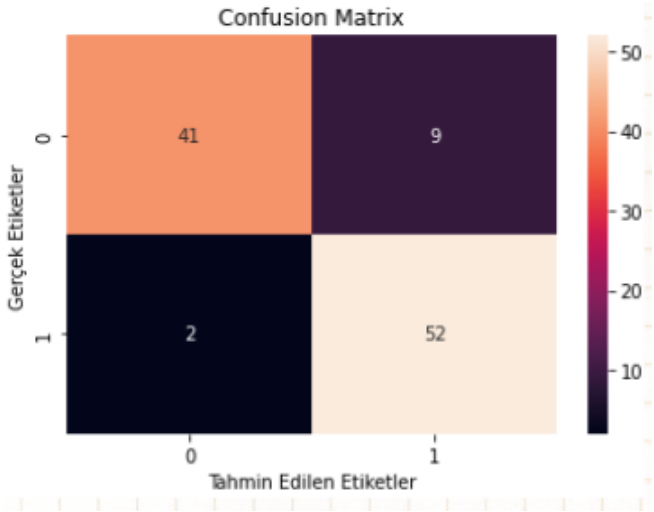


Şekil 7. Karmaşıklık Matrisi Gösterimi

Önerilen çalışmada, makine öğrenmesi algoritmaları Python programlama dili kullanılarak kodlanmış ve elde edilen sonuçlar raporlanmıştır. Şekil 6 ve Şekil 7'de, karar ağacı algoritması kullanılarak elde edilen sonuçlar gösterilmiştir. Bu analizde öncelikle eğitim veri kümesi boyutu, test veri kümesi boyutu ve doğruluk oranı (%89) hesaplanmış, ardından Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilen ROC eğrisi ve karmaşıklık matrisi oluşturulmuştur.



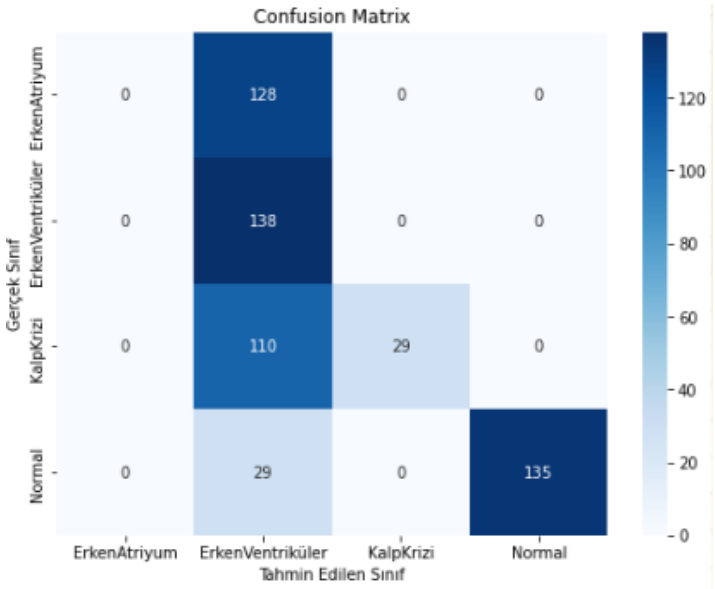
Şekil 8. Makine öğrenmesi algoritması ROC eğrisi gösterimi



Şekil 9. Makine öğrenmesi algoritması karmaşıklık matrisi gösterimi

3.2. ResNet152V2 Modeli Performans Analizi

Makine öğrenmesi algoritmalarının değerlendirilmesinde ardından, daha büyük bir veri kümesi kullanılarak derin öğrenme modellerinden Resnet152V2 algoritması uygulanmıştır. Bu modelleme sonucuna elde edilen çıktılardan Şekil 10'da karmaşıklık matrisi, Şekil 11'de ise modelin performansını gösteren özet bilgiler sunulmuştur.



Şekil 10. Derin öğrenme yöntemi karmaşıklık matrisi gösterimi

conv4_block8_out (Add)	(None, 8, 8, 1024)	0	['conv4_block7_out[0][0]', 'conv4_block8_3_conv[0][0]']
conv4_block9_preact_bn (BatchNormalization)	(None, 8, 8, 1024)	4096	['conv4_block8_out[0][0]']
conv4_block9_preact_relu (Activation)	(None, 8, 8, 1024)	0	['conv4_block9_preact_bn[0][0]']
conv4_block9_1_conv (Conv2D)	(None, 8, 8, 256)	262144	['conv4_block9_preact_relu[0][0]']
conv4_block9_1_bn (BatchNormalization)	(None, 8, 8, 256)	1024	['conv4_block9_1_conv[0][0]']
conv4_block9_1_relu (Activation)	(None, 8, 8, 256)	0	['conv4_block9_1_bn[0][0]']
conv4_block9_2_pad (ZeroPadding2D)	(None, 10, 10, 256)	0	['conv4_block9_1_relu[0][0]']
conv4_block9_2_conv (Conv2D)	(None, 8, 8, 256)	589824	['conv4_block9_2_pad[0][0]']

Şekil 11. Derin öğrenme yöntemi model özet gösterimi

3. SONUÇLAR

Sonuç olarak, gerçekleştirilen bu çalışmada EKG görüntülerinin analizine yönelik kalp hastalıklarının teşhisi için iki farklı yaklaşım değerlendirilmiştir. Verilerin ön işlenmesi, modelin eğitimi ve test süreçleri ayrıntılı şekilde ele alınmış ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda sistemin kalp hastalıklarının tanısında yardımcı olabileceği gösterilmiştir.

Her iki yöntem de farklı veri kümelerinde test edilerek karşılaştırılmıştır. Makine öğrenmesi algoritmaları daha basit ve hızlı bir çözüm sunarken, ResNet152V2 dersin öğrenme mimarisinin daha karmaşık veri yapılarını daha iyi analiz ederek en yüksek başarı oranını (%89) sağladığı görülmüştür. Bu çalışmayla elde edilen bulgular, makine öğrenmesi ve derin öğrenme tekniklerinin sağlık sektöründe etkili bir şekilde kullanılabileceğini ve bu teknolojilerin erken teşhis süreçlerinde önemli katkılar sağlayabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

Adjei, P. O., Pattnayak, P., Mohanty, A., Das, T., Patnaik, S., Ansah, P., & Manneh, M. (2024). Deep Learning for Alzheimer's Diagnosis: ResNet152V2 Approach on MRI Dataset. *2024 1st International Conference on Cognitive, Green and Ubiquitous Computing, IC-CGU 2024*. https://doi.org/10.1109/IC-CGU58078.2024.10530663

Böhning, D. (1992). Multinomial logistic regression algorithm. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, *44*, 197–200. https://doi.org/10.1007/BF00048682

Borer, J. S., & Sharma, A. (2015). Drug therapy for heart valve diseases. In *Circulation* (Vol. 132, pp. 1038–1045). Lippincott Williams and Wilkins. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.016006

Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, *45*, 5–32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324

Capitaine, L., Genuer, R., & Thiébaut, R. (2021). Random forests for high-dimensional longitudinal data. *Statistical Methods in Medical Research*, *30*, 166–184. https://doi.org/10.1177/0962280220946080

Charbuty, B., & Abdulazeez, A. (2021). Classification Based on Decision Tree Algorithm for Machine Learning. *Journal of Applied Science and Technology Trends*, *2*, 20–28. https://doi.org/10.38094/jastt20165

Dreiseitl, S., & Ohno-Machado, L. (2002). Logistic regression and artificial neural network classification models: A methodology review. *Journal of Biomedical Informatics*, *35*, 352–359. https://doi.org/10.1016/S1532-0464(03)00034-0

ECG Images Dataset of Cardiac Patients. (n.d.). Https://Www.Kaggle.Com/Datasets/Evilspirit05/Ecg-Analysis.

Heydarian, M., Doyle, T. E., & Samavi, R. (2022). MLCM: Multi-Label Confusion Matrix. *IEEE Access*, *10*, 19083–19095. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3151048

Kanika, Singla, J., & Nikita. (2021). Comparing ROC curve based thresholding methods in online transactions fraud detection system using deep learning. *Proceedings - IEEE 2021 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems, ICCCIS 2021*, 119–124. https://doi.org/10.1109/ICCCIS51004.2021.9397167

Kaplan Berkaya, S., Uysal, A. K., Sora Gunal, E., Ergin, S., Gunal, S., & Gulmezoglu, M. B. (2018). A survey on ECG analysis. In *Biomedical Signal Processing and Control* (Vol. 43, pp. 216–235). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.bspc.2018.03.003

Khan, A. H., & Hussain, M. (2025). *ECG images dataset of cardiac patients*. https://doi.org/10.17632/gwbz3fsgp8.2

Li, J., Si, Y., Xu, T., & Jiang, S. (2018). Deep Convolutional Neural Network Based ECG Classification System Using Information Fusion and One-Hot Encoding Techniques. *Mathematical Problems in Engineering*, *2018*. https://doi.org/10.1155/2018/7354081

Lin, W., Wu, Z., Lin, L., Wen, A., & Li, J. (2017). An ensemble random forest algorithm for insurance big data analysis. *IEEE Access*, *5*, 16568–16575. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2738069

Martínez Pérez, J. A., & Pérez Martin, P. S. (2023). ROC curve. In *Semergen* (Vol. 49). Ediciones Doyma, S.L. https://doi.org/10.1016/j.semerg.2022.101821

Munipalli, U. M. R., & Annepu, V. (2024). Prediction and Classification of Alzheimer's Disease Using RESNET-152V2. *2024 12th International Conference on Intelligent Systems and Embedded Design (ISED)*, 1–5. https://doi.org/10.1109/ISED63599.2024.10956469

Navada, A., Ansari, A. N., Patil, S., & Sonkamble, B. A. (2011). Overview of use of decision tree algorithms in machine learning. *Proceedings - 2011 IEEE Control and System Graduate Research Colloquium, ICSGRC 2011*, 37–42. https://doi.org/10.1109/ICSGRC.2011.5991826

Podgorelec, V., Kokol, P., Stiglic, B., & Rozman, I. (2002). Decision trees: An overview and their use in medicine. In *Journal of Medical Systems* (Vol. 26, pp. 445–463). https://doi.org/10.1023/A:1016409317640

Rath, A., Mishra, D., Panda, G., & Satapathy, S. C. (2021). Heart disease detection using deep learning methods from imbalanced ECG samples. *Biomedical Signal Processing and Control*, *68*. https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.102820

Reund, Y. F., & Mason, L. (n.d.). *The alternating decision tree learning algorithm*. http://www.rulequest.com/.

Rhomadhon, S. S., & Ningtias, D. R. (2024). Developing a classification system for brain tumors using the ResNet152V2 CNN model architecture. *Journal of Soft Computing Exploration*, *5*, 173–182. https://doi.org/10.52465/joscex.v5i2.372

Shrestha, A., & Mahmood, A. (2019). Review of deep learning algorithms and architectures. In *IEEE Access* (Vol. 7, pp. 53040–53065). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2912200

Somwanshi, D., Tiwari, R., Saini, H., & Gupta, S. (2018, July). ECG Feature Extraction and Detection of First Degree Atrioventricular Block. *3rd International Conference and Workshops on Recent Advances and Innovations in Engineering, ICRAIE 2018*. https://doi.org/10.1109/ICRAIE.2018.8710343

Soni, T., Gupta, D., & Uppal, M. (2024). Optimizing Facial Skin Disease Classification using ResNet152V2 Architecture. *3rd International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems, ICACRS 2024- Proceedings*, 871–874. https://doi.org/10.1109/ICACRS62842.2024.10841567

Vetrithangam, D., Prakash Satve, P., Ratna, J., Kumar, R., Anitha, P., Vidhya, S., & Saini, A. K. (2023). PREDICTION OF PNEUMONIA DISEASE FROM X-RAY IMAGES USING A MODIFIED RESNET152V2 DEEP LEARNING MODEL. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, *15*, 17. www.jatit.org

Vijayanarasimhan, S., Shlens, J., Monga, R., & Yagnik, J. (2015). Deep networks with large output spaces. *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015- Workshop Track Proceedings*.

Wasimuddin, M., Elleithy, K., Abuzneid, A. S., Faezipour, M., & Abuzaghleh, O. (2020). Stages-based ECG signal analysis from traditional signal processing to machine learning approaches: A survey. *IEEE Access*, *8*, 177782–177803. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3026968

Zou, X., Hu, Y., Tian, Z., & Shen, K. (2019). Logistic Regression Model Optimization and Case Analysis. *Proceedings of IEEE 7th International Conference on Computer Science and Network Technology, ICCSNT 2019*, 135–139. https://doi.org/10.1109/ICCSNT47585.2019.8962457

BİYOBASIMDA KULLANILAN SODYUM ALJİNAT/BİYOAKTİF CAM KOMPOZİT HİDROJELLERİN AMOKSİSİLİN YÜKLEME VE SALIM DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

Sercan ENSOYLU
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Yunusemre, Manisa
Prof. Dr. Aylin M. DELİORMANLI
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Yunusemre, Manisa
ORCID: 0000-0001-7877-7635

ÖZET

Sodyum aljinat (SA), doğal bir anyonik polisakkarit olup çok değerlikli katyonların varlığında hidrojel oluşturma yeteneğine sahiptir. Aljinat bazlı doku mühendisliği yapılarının üretilmesine yönelik geleneksel yaklaşım, bir kalsiyum iyonu çözeltisinin kullanıldığı çapraz bağlama aşamasının uygulanmasını gerektirir. Bununla birlikte, bu yöntem, biyobasım sırasında düşük hassasiyete ve yapıda bozulmalara neden olabilmektedir. Bu çalışmada, kalsiyum iyonu ile çapraz bağlamaya ek olarak SA matrisine silikat bazlı biyoaktif cam (BG) eklenerek SA içinde çapraz bağlanma reaksiyonunu teşvik etmek için biyoaktif camdan salınan kalsiyum iyonlarından yararlanılmış ve bu şekilde SA-BG hidrojel mikrolifler ekstrüzyon bazlı üç boyutlu basım tekniği ile üretilmiştir. Hazırlanan mikroliflerin degradasyon davranışı ve penisilin grubu bir antibiyotik olan amoksisilin (AMOX) yükleme ve salım davranışı incelenmiş ayrıca ilaç salım kinetiği çalışmaları yapılmıştır. İlaç yükleme ve salım çalışmaları deiyonize su içerisinde, 37 °C'de ve statik ortamda gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla sıfır derece, birinci derece, Higuchi, Korsmeyer-Peppas ve Hixson-Crowell kinetik modelleri kullanılmıştır. Sonuçlar, biyoaktif cam partiküllerinin varlığının sodyum aljinat hidrojellerin çapraz bağlama, degradasyon ve ilaç salım davranışını etkilediğini göstermektedir. 24 saat sonunda SA-BG mikroliflerden gerçekleşen en yüksek kümülatif AMOX salım miktarı %9.37 olarak bulunurken, bu değer 408 saat sonunda %26.42'ye ulaşmıştır. Artan biyoaktif cam miktarının ilaç salım yüzdesini ve mikrolif degradasyonunu düşürdüğü anlaşılmıştır. İlaç salım kinetiği çalışmalarının sonuçlarına göre, belirtilen sistemlerden AMOX salımı ilk 48 saate dek ve sonrasında Korsmeyer-Peppas modeline uymakta olup bunu Higuchi kinetik modeli izlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Sodyum aljinat, hidrojel, mikrolif, biyoaktif cam, AMOX, ilaç salımı

INVESTIGATION OF AMOXICILLIN LOADING AND RELEASE BEHAVIOR OF SODIUM ALGINATE/BIOACTIVE GLASS COMPOSITE HYDROGELS USED IN BIOPRINTING

ABSTRACT

Sodium alginate (SA) is a natural anionic polysaccharide and has the ability to form hydrogel in the presence of multivalent cations. The traditional approach to fabricating alginate-based tissue engineering constructs requires the implementation of a cross-linking step using a calcium ion solution. However, this method may cause low sensitivity and structure distortions during bioprinting. In this study, in addition to cross-linking with calcium ions, silicate-based bioactive glass (BG) was added to the SA matrix, and the calcium ions released from the bioactive glass were used to promote the cross-linking reaction in SA, thus producing SA-BG hydrogel microfibers using an extrusion-based bioprinting technique. The degradation behavior of the prepared microfibers and the loading and release behavior of amoxicillin trihydrate (AMOX), a penicillin group antibiotic, were examined and drug release kinetics studies were conducted. Drug loading and release studies were carried out in deionized water, at 37 °C and in a static environment. For this purpose, zero-order, first-order, Higuchi, Korsmeyer-Peppas and Hixson-Crowell kinetic models were utilized. The results show that the presence of bioactive glass particles affects the cross-linking, degradation and drug release behavior of sodium alginate hydrogels. While the highest cumulative AMOX release amount from SA-BG microfibers was found to be 9.37% at the end of 24 hours, this value reached 26.42% after 408 hours. It has been understood that increasing the amount of bioactive glass reduces the drug release percentage and microfiber degradation. According to the results of drug release kinetics studies, AMOX release from the related systems follows the Korsmeyer-Peppas model up to and after the first 48 hours which is followed by the Higuchi kinetic model.

Keywords: Sodium alginate, hydrogel, microfiber, bioactive glass, AMOX, drug release

1.GİRİŞ

Doku mühendisliği, canlı hücrelerin, biyouyumlu taşıyıcı sistemlerin ve çeşitli biyokimyasal ve fiziksel etkenlerini kullanarak, dokuya benzer fonksiyonel yapılar oluşturmayı amaçlayan disiplinler arası bir araştırma alanıdır (Harris vd.,1998; Khademhosseini vd.,2009). Günümüzde insan doku ve organlarının yapısal özelliklerini taklit edebilen üç boyutlu doku iskelelerinin geliştirilmesi amacıyla çeşitli biyomalzeme tabanlı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlar arasında, özellikle polimerik nano- ve mikrolif yapılar (Dinis vd., 2014; Zhu vd. ,2016) özgün fiziksel ve biyolojik özellikleri sayesinde dikkat çekici bir potansiyel sergilemektedir. Polimer bazlı bu lifler doğal hücre dışı matriksin lifli yapısını andıran

gözenekli skafoldlar oluşturmada etkili olmaktadır. Elde edilen gözenekli yapılar, hücresel düzeyde çoğalma ve farklılaşma gibi önemli biyolojik süreçlerin düzenlenmesine doğrudan katkı sağlayabilmektedir (Mo vd., 2004; Ozdemir vd., 2013).

Sodyum aljinat, deniz yosunlarından elde edilen, biyouyumlu ve doğal bir polisakkarit olarak dikkat çekmektedir. Aljinat, ilaç dağıtımında kullanılmak üzere farklı morfolojilerde taşıyıcı sistemler oluşturulmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin aljinat kapsüllerinin başarılı ilaç taşıyıcıları olduğu bilinmektedir (Jain ve Bar-Shalom, 2014; Bider vd., 2021). Jelleşme kabiliyeti, Ca^{2+} gibi çok değerlikli katyonlarla çapraz bağlanabilmesi ve yüksek su tutma kapasitesi sayesinde, hücrelerin tutunmasını kolaylaştırmakta ve istenilen yapıda skafold hazırlamada avantaj sağlamaktadır (Sachan vd., 2009).

Bir diğer biyomalzeme olan biyoaktif camlar, biyouyumlulukları ve yüzeylerinde oluşturdukları fonksiyonel yapılar sayesinde, doku mühendisliği ve kanser tedavisi gibi pek çok biyomedikal alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Rahaman vd., 2011; Jones vd., 2016). Biyoaktif camlar, vücut sıvılarıyla temas ettiklerinde yüzeylerinde hidroksiapatit benzeri bir tabaka oluşturarak kemik mineral fazına benzer bir yapı geliştirmektedir. Bu tabaka, implant ile çevre dokular arasında kimyasal bağ oluşumunu desteklemektedir (Jones vd., 2016). Biyoaktif camların fizyolojik ortamlarda gösterdiği bozunma davranışı, camın çözünürlüğüne bağlı bir mekanizmadır ve bu süreç; malzemenin bileşimi, partikül boyutu ve bulunduğu ortamın koşullarına göre değişmektedir (Gerhardt ve Boccaccini, 2010). Silikat-bazlı bir biyoaktif cam kompozisyonu olan 13-93, biyomedikal uygulamalarda sıklıkla tercih edilmekte olup, ağırlıkça %53 SiO_2, %6 Na_2O, %12 K_2O, %5 MgO, %20 CaO ve %4 P_2O_5 içeren bir bileşime sahiptir (Rahaman vd., 2011).

Wu ve ark. tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, mezogözenekli biyoaktif cam partikülleri içeren sodyum aljinat/jelatin bazlı doku iskeleleri üç boyutlu (3D) basım tekniği ile hazırlanmıştır. İlgili çalışmada naringin ve kalsitonin genine bağlı peptit (CGRP), 3D basım esnasında veya sonrasında yüzey adsorpsiyonu yolu ile doku iskelelerine yüklenmiştir. Sonuçlar, %80 gözenekliliğe ve 400–600 µm gözenek çapına sahip skafoldların, 3D basım esnasında naringin ile CGRP yüklendiğinde 21 güne kadar kontrollü salım sağladığı diğer yandan ilaçların yüzey adsorpsiyonu ile yüklenmesi durumunda 2 gün içerisinde salımın tamamlandığı raporlanmıştır. (Wu vd., 2019).

Zhang vd. bir antikanser ilaç (doksorubisin, DOX) salım sistemi olarak samaryum-katkılı biyoaktif cam partikülleri içeren sodyum aljinat mikroküreleri hazırlamışlardır. İlaç yükleme mikroküre hazırlama esnasında doğrudan sisteme ekleme şeklinde yapılmıştır. Sonuçlar, ilgili

kompozit sistemlerin fosfat tamponlu salin (PBS) içerisinde sürekli ilaç salımı gerçekleştirdiğini göstermiştir. Salım ortamı pH değerine bağlı olarak DOX' un toplam salımının %60'tan düşük olduğu, kompozit mikroküre lerden ilk 12 saat boyunca DOX salımının Higuchi salım kinetiği ile uyumlu olduğu bulunmuştur (Zhang vd., 2016).

Bider vd. tarafından yapılan bir çalışmada biyoaktif cam nanopartikül içeriğinin aljinat hidrojellerinin biyoaktivite ve ikarin salım özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, biyoaktif camların sodyum aljinat bazlı mikrokapsüllerden ikarin salım kinetiği üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir. Saf aljinat kapsüllerden 4 hafta sonra ikarin salımının %11 ± 2 seviyesinde, biyoaktif cam içeren kapsüllerden ise %4 ± 2 olduğu görülmüş; 8 haftalık inkübasyondan sonra saf aljinat kapsüllerden salım değeri %46 ± 5, biyoaktif cam içerenlerde ise %16 ± 2 olarak ölçülmüştür. Çalışmada, biyoaktif camlardan gerçekleşen Ca^{2+} iyon salımının aljinat hidrojellerinde ilave bir çapraz bağlama işlemine neden olduğu bu durumun da aljinat bazlı kompozitlerde ikarin salımında düşüşe sebebiyet verdiği ifade edilmiştir (Bider vd., 2021).

Biyoaktif cam ve aljinat bazlı sistemlerden ayrı ayrı AMOX salım davranışı üzerine literatürde çalışmalar olmasına rağmen 13-93 biyoaktif cam tozları içeren aljinat kompozitlerden salım davranışı henüz çalışılmamıştır. Bu nedenle mevcut çalışmada, farklı konsantrasyonlarda 13-93 biyoaktif cam partikülleri içeren sodyum aljinat hidrojellerin mikrolif formunda hazırlanarak, in vitro degradasyon ve geniş spektrumlu bir antibiyotik olan AMOX yükleme ve salım davranışının incelenmesi amaçlanmıştır.

2.MATERYAL VE METOT

Sodyum aljinat (W201502) ve çapraz bağlama amacıyla kullanılan kalsiyum klorür ($CaCl_2$, BioReagent) Sigma-Aldrich'ten satın alınmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan 13-93 biyoaktif cam (BG) tozları (% ağırlıkça %53 SiO_2, %6 Na_2O, %12 K_2O, %5 MgO, %20 CaO, %4 P_2O_5) daha önce sol-jel yöntemi ile sentezlenmiş olup, amorf yapıdadır ve medyan tane boyutu ~4 µm'dur (Deliormanlı ve Yıldırım, 2016). İlaç salım çalışmalarında kullanılan amoksisilin ($C_{16}H_{19}N_3O_5S$) Sigma Aldrich'ten (A8523) temin edilmiştir.

2.1.Sodyum Aljinat Bazlı Hidrojel Hazırlanması

Sodyum aljinat solüsyonu (%15 ağırlıkça) hazırlamak amacıyla, gerekli miktarda sodyum aljinat tozu deiyonize su içerisine eklenmiş ve homojen bir karışım elde etmek için, hazırlanan solüsyon manyetik karıştırıcı üzerinde bir gece boyunca oda sıcaklığında düşük hızda karıştırılmaya devam edilmiştir. Farklı oranlarda 13-93 biyoaktif cam tozları içeren (% ağırlıkça 5, 10, 15, 30 ve 60) homojen sodyum aljinat çözeltileri hazırlanması amacı ile uygun miktarda

biyoaktif cam tozları %15 sodyum aljinat solüsyonuna eklenerek santrifüjel bir mikser (Uni-Cyclone UM-113, Japonya) ile karıştırılmıştır (700 rpm, 5 dakika).

Sodyum aljinat/biyoaktif cam kompozit mikroliflerin hazırlanması için ektrüzyon yöntemi kullanılmıştır. Ekstrüzyon yöntemi basitçe bir şırınga iğnesi veya mikro nozul dizisi kullanılarak ön-jel çözeltisinin bir jelatör çözeltisine ekstrüde edilmesini içermektedir. Ekstrüzyon yöntemi için öncelikle şırınga iğneleri veya pipetler kullanılır. Çalışma kapsamında bu amaçla bir 3D yazıcıda (Fisnar F7300N) 510 µm iğne ucuna (paslanmaz çelik) sahip bir steril şırınga sistemi kullanılmış ve şırıngaya 5 ml sodyum aljinat, biyoaktif cam süspansiyonu yüklenmiştir. Ardından, yazıcıya bağlı kompresör yardımıyla ~2-3 bar hava basıncı uygulanarak şırınganın ucu $CaCl_2$ solüsyonu (2% ağırlıkça) içeren bir petri kabına batırılmış ve ekstrüzyon ile sürekli mikrolifler oluşturulmuştur. Hazırlanan mikrolifler, ekstrüzyon işleminin ardından 24 saat boyunca $CaCl_2$ banyosunda bekletilmiş sonrasında deiyonize su ile yıkanmış ve oda koşullarında kurumaya bırakılmıştır. Hazırlanan % ağırlıkça 0, 5, 10, 15, 30 ve 60 biyoaktif cam içerikli SA mikrolifler sırasıyla 0BG-SA, 5BG-SA, 10BG-SA, 15BG-SA, 30BGSA ve 60BG-SA olarak kodlanmıştır.

2.2.In Vitro Degradasyon Çalışmaları

Hazırlanan kompozit mikrolifler 50 mg (W_0) olacak şekilde tartılmış ve 50 ml'lik santrifüj tüplerine yerleştirilmiştir. Her 50 mg numune için 25 ml deiyonize su eklenmiş, tüpler 37 °C'de 25 gün inkübe edilmiştir. Süre sonunda çıkarılan numuneler yıkanıp, 60 °C'de kurutulmuş ve nihai ağırlıklar (W_t) analitik terazi (Radwag) ile ölçülmüştür. Ağırlık kaybı (1) nolu denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ağırlık Kaybı} = (W_0 - W_t)/W_0 * 100 \quad (1)$$

2.3.İlaç Yükleme ve Salım

Amoksisilin stok çözeltisi 1 mg/ml olacak şekilde deiyonize su içerisinde hazırlanmış sonrasında 0.06, 0.08, 0.1, 0.25 ve 0.5 mg/ml olacak şekilde seyreltilmiştir. Konsantrasyonları bilinen ilaç solüsyonlarının UV-Vis spektrofotometre (Thermo Scientific- Evolution 201) kullanılarak 272 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuş ve konsantrasyona karşı absorbans grafiği (kalibrasyon eğrisi) oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında hazırlanan mikrolifler 50 mg olacak şekilde tartılmış ve 5 ml AMOX solüsyonu (1 mg/ml) içerisine konularak 37 °C'de inkübatörde 24 saat bekletilmiştir. 24 saat sonunda AMOX solüsyonunun absorbans değeri UV-Vis spektrometre ile okunmuş ve başlangıç ilaç konsantrasyonu ile arasındaki farktan mikrolifler üzerine adsorbe olan ilaç miktarı hesaplanmıştır.

Ardından örnekler ilaç solüsyonundan çıkarılmış ve 24 saat etüvde kurutulmuştur. İlaç salım çalışmaları için ilaç yüklenmiş örnekler (50 mg), 5 ml deiyonize su içerisine eklenmiş sonrasında farklı zaman aralıklarında 2 ml örnek alınarak kuvars küvete doldurulmuş ve UV-Vis spektrometrede absorbans değeri 272 nm'de ölçülmüştür. İlaç salım çalışmalarında SA liflerin degradasyonunu hızlandırdığı için fosfat tamponlu salin (PBS) yerine deiyonize su kullanılmıştır. Her örnek alımı sonrasında mikrolif içeren ilaç solüsyonu üzerine 2 ml deiyonize su eklenmiştir. İlaç salım çalışması için absorbans değerleri okunmasına 400 saate dek devam edilmiştir. Elde edilen absorbans değerlerinden, ilaç kalibrasyon eğrisi kullanılarak kümülatif ilaç salım yüzdeleri hesaplanmıştır. Çalışma esnasında ayrıca 50 mg sodyum aljinat mikrolifler ilaç içermeyen deiyonize su içerisinde de tutularak absorbans değerleri zamana bağlı olarak okunmuş ve bu örnekler kontrol grubunu oluşturmuştur.

Aynı şekilde, içerisinde 24 ve 400 saat mikrolif bekletilen, ilaç içermeyen örneklerin UV absorbans değerleri 272 ve 213 nm dalga boyunda ölçülmüştür.

İlaç salım çalışmalarının sonunda (400 saat) mikrolifler ilaç solüsyonundan çıkarılarak kurutulmuş, ağırlık kayıpları hesaplanmış ve FTIR-ATR spektrometre (Thermo-Scientific Nicolet IS20) ile 525-4000 cm^{-1} arasında örneklerin yapısal grupları incelenmiştir.

2.3.1.İlaç Salım Kinetiği

İlaç salım davranışı, sıfır derece, birinci derece, Higuchi, Korsmeyer-Peppas ve Hixson-Crowell kinetik modelleri (Paarakh vd.,2023) kullanılarak analiz edilmiştir.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında hazırlanan katkısız ve biyoaktif cam içeren SA mikroliflerin dijital görüntüleri Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre, 13-93 biyoaktif cam içermeyen mikroliflerin sürekli bir lif yapısına sahip olduğu, biyoaktif cam konsantrasyonunun artışıyla birlikte lif uzunluklarında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Diğer yandan özellikle %30 ve %60 biyoaktif cam içeren örneklerde, liflerin çaplarında artış olduğu görülmüştür.

Şekil 2 (a) ve (b)'de sırasıyla amoksisilin kalibrasyon eğrisi ve ilacın kimyasal yapısı gösterilmektedir. Amoksisilin, ampisilin antibiyotiğinin 4-hidroksi analoğu olup gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı etkili, geniş spektumlu, β-laktam türevi bir antibiyotiktir. Bakterilerin ana bileşeni olan doğrusal peptidoglikan polimer zincirleri arasındaki çapraz bağlantıyı engelleyerek işlev görmektedir (Geddes vd.,2007).

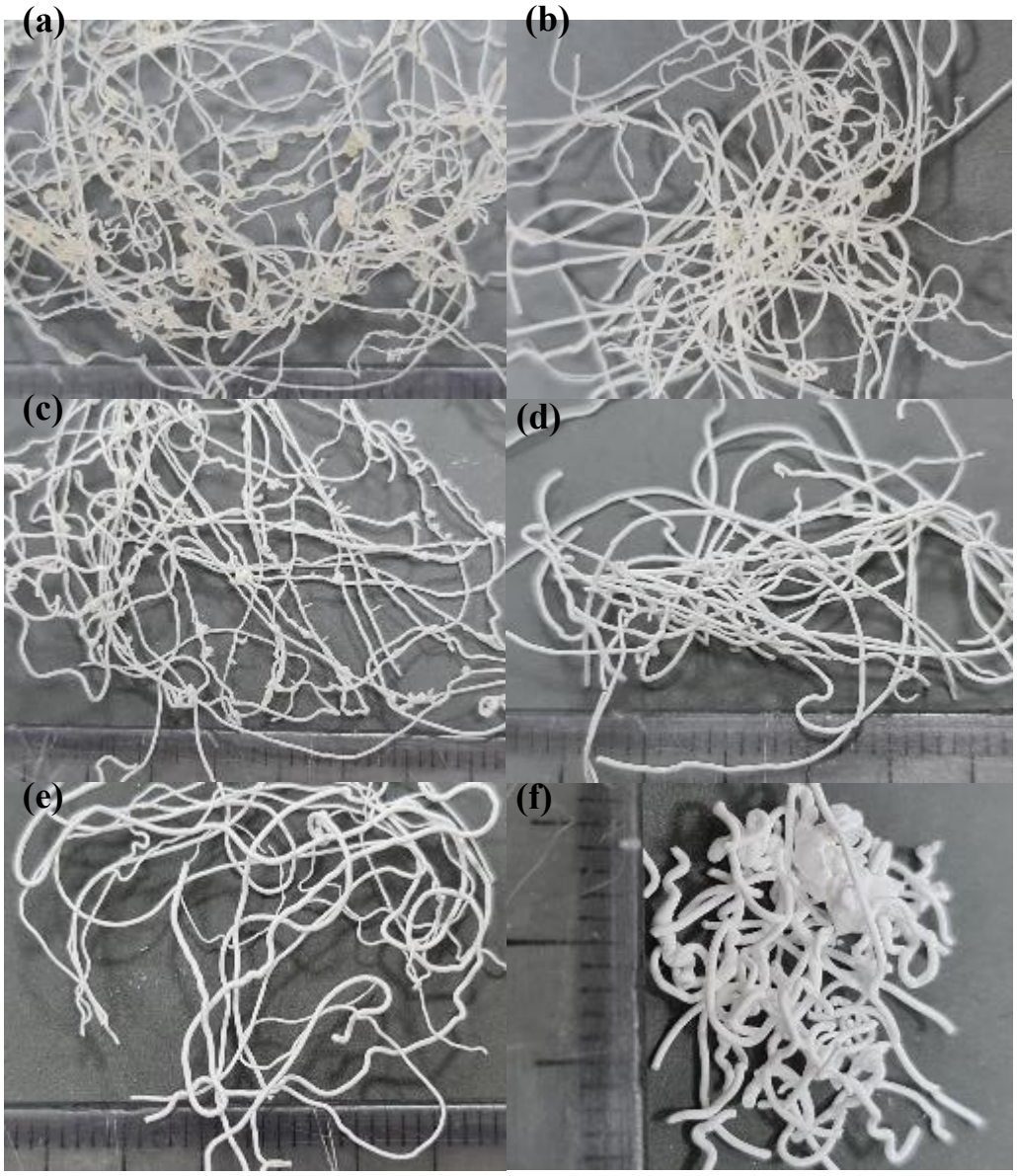
İlaç adsorpsiyon çalışması sonuçları, 1mg/ml AMOX solüsyonu (5 ml) içerisinde 24 saat 37 °C'de bekletilen 50 mg kompozit liflerin ilaç adsorpsiyon yüzdesinin ~%20 olduğunu göstermiştir. Elde edilen nispeten düşük ilaç yüklenme miktarının AMOX ile hazırlanan

mikrolifler arasında gerçekleşen zayıf elektrostatik kuvvetlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Şekil 2(c)'de verilen kümülatif ilaç salım grafiğine göre 24 saat sonunda SA-BG mikroliflerden gerçekleşen en yüksek kümülatif AMOX salım miktarı %9.37 olarak bulunurken, bu değer 408 saat sonunda %26.42'ye ulaşmıştır (5BG-SA kodlu örnek için). Katkısız SA liflerden 24 ve 400 saat sonunda gerçekleşen ilaç salım yüzdeleri %9.12 ve %24.15 iken en yüksek BG miktarına sahip liflerde bu değerler sırasıyla %8.32 ve %20.55 olarak elde edilmiştir.

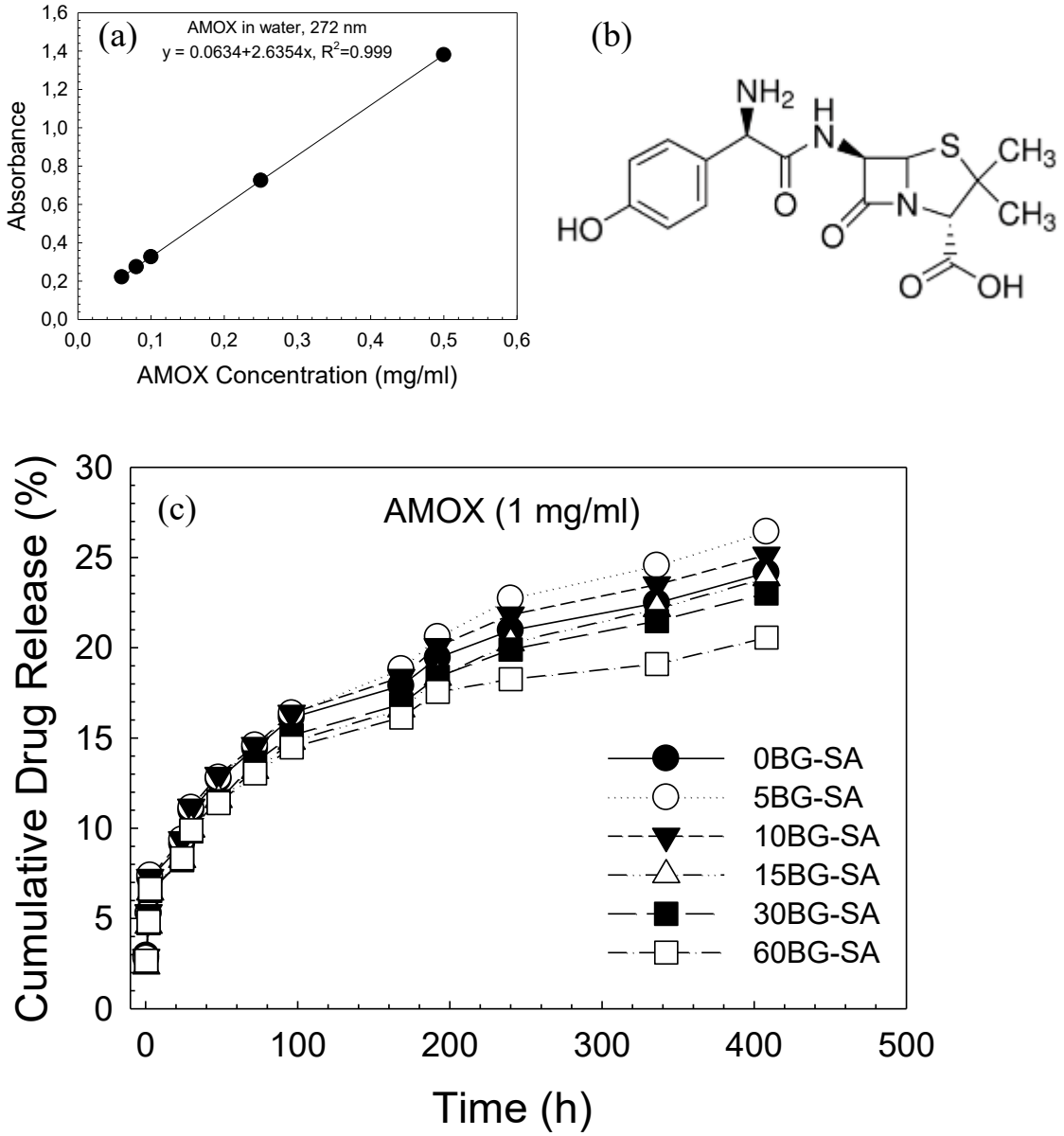
400 saat ilaç solüsyonunda bekletildikten sonra solüsyondan çıkarılıp kurutulan örneklerin FTIR spektrumları Şekil 3(a)'da gösterilmektedir. Ayrıca çalışmada kullanılan ilacın, hazırlanan mikroliflerin (katkısız ve en yüksek BG katkısına sahip) ve ilaçsız yapay vücut sıvısı (SBF) içerisinde 14 gün bekletilen liflerin FTIR spektrumları da Şekil 3 (b-d)'de verilmektedir. Buna göre, katkısız SA mikroliflerde 1550-1750 cm^{-1} dalga boyu aralığında karboksilik ester bandı mevcuttur. Bu bölgedeki 1600 cm^{-1}'deki pik, sodyum aljinat örneklerinde karboksilat (COO^-) grubunu temsil etmektedir. ~1083 ve 1024 cm^{-1} bantları, C-O ve C-C gerilme titreşimleri ile C-O-C glikozidik bağlarının titreşimlerini temsil etmektedir. ~1030 cm^{-1} dalga boyundaki pik, C-O titreşimlerine atfedilmiştir (Praveena vd., 2014). Benzer şekilde 1406 cm^{-1} bandı, karboksilat grubunun O-C-O simetrik gerilme titreşimleri ile birlikte C-OH deformasyon titreşimlerini göstermektedir. ~2926 cm^{-1}'deki zayıf sinyal, C-H gerilme titreşimlerini temsil etmektedir. Son olarak, ~3300 cm^{-1}'de merkezlenen geniş bant, hidrojen bağlı O-H gerilme titreşimlerine atfedilmiştir. Diğer yandan BG içeren ve 14 gün yapay vücut sıvısı (SBF) içerisinde (Kokubo ve Takadama, 2016) bekletilen örnekte 560 ve 604 cm^{-1} civarında ve 980-1120 cm^{-1} aralığında ortofosfat PO_4^{3-} grubuna ait piklerin var olduğu görülmektedir (Timchenko vd., 2017; Hossain ve Ahmad, 2023). BG içeren ve 400 saat ilaç solüsyonu içeren örneklerde benzer spektruma sahip olmakla birlikte özelikle 60BG-SA kodlu örnekte ~850 ve 875 cm^{-1}'de görülen piklerin amoksisiline ait olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle örneklerin FTIR spektrumu yüzeye AMOX adsorpsiyonunun gerçekleştiğini kanıtlamaktadır. Sadece en yüksek BG konsantrasyonuna sahip örneklerde AMOX gruplarının görülmesi, BG yapısında bulunan Ca^{2+} iyonlarının degradasyon ve ilaç salımını yavaşlatmasına bağlanmıştır.

Şekil 4 (a) ve (b)'de in vitro degradasyon çalışmaları kapsamında içerisinde mikrolif bekletilen (24 saat ve 400 saat) deiyonize suyun 213 nm ve 272 nm dalga boyundaki UV absorbans değerlerini göstermektedir. Katkısız SA mikrolifleri içeren solüsyon en düşük absorbans değerlerine sahip olup 24 ve 400 saat arasında belirgin bir fark bulunmamaktadır. Diğer yandan 24 saat bekletilen örneklerde artan BG konsantrasyonuna bağlı olarak absorbans değerleri de

artmış, 400 saat sonunda BG içeren tüm örneklerde yaklaşık aynı seviyede absorbans değerlerine ulaşılmıştır. Bu durum BG içeren örneklerin yüzeyinde hidroksiapatit oluşumu ile açıklanabilir. Hidroksiapatit yaklaşık 207 nm dalga boyunda en yüksek UV absorbans piki vermektedir (Rozaini vd., 2017). Diğer yandan Şekil 4(b)'de 24 ve 400 saat sonunda 272 nm dalga boyunda en yüksek absorbans değerine, en yüksek hızda ilaç salımı yapmasına bağlı olarak katkısız SA mikroliflerin sahip olduğu görülmektedir.



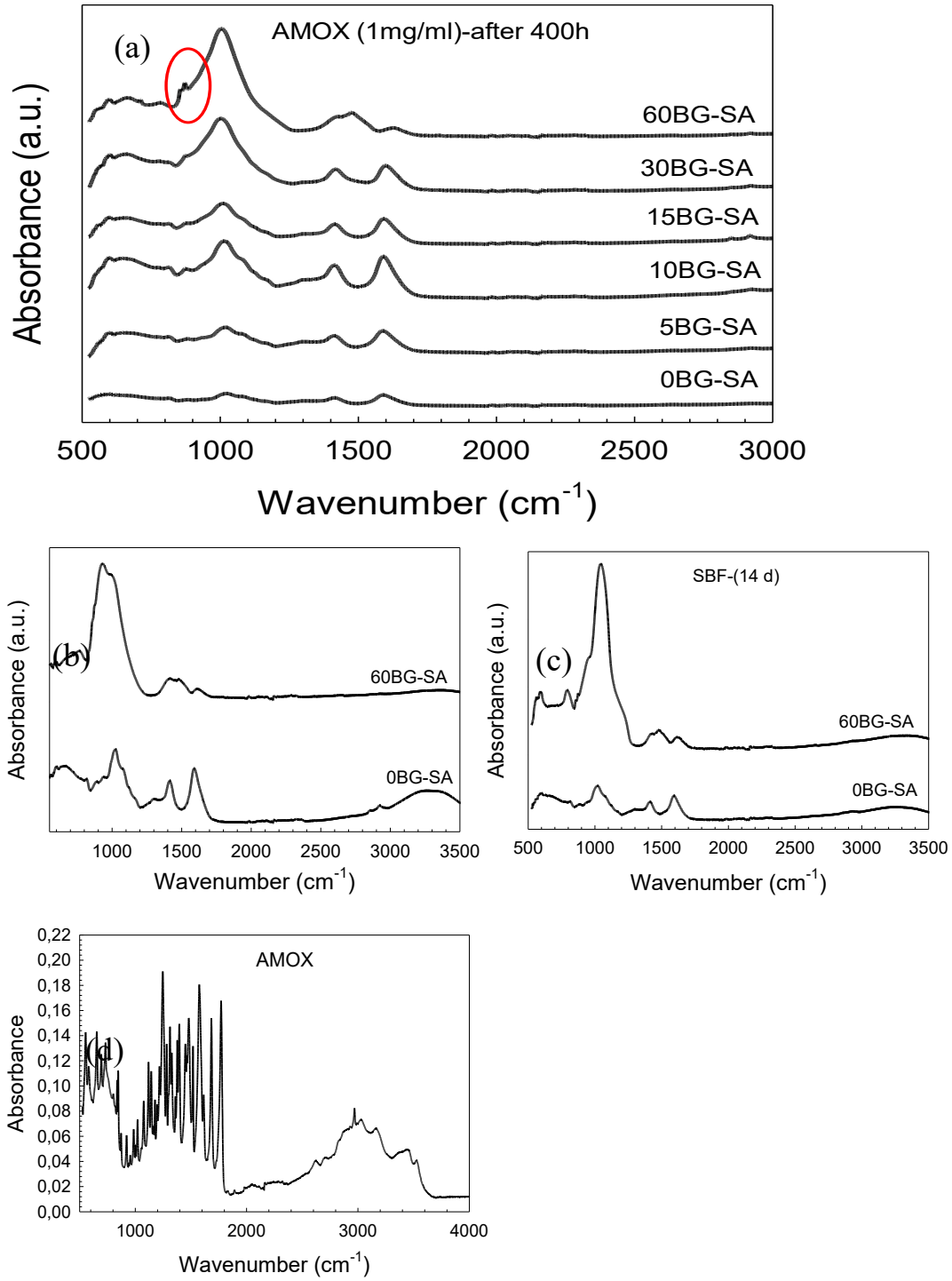
Şekil 1. Proje kapsamında hazırlanan farklı konsantrasyonlarda biyoaktif cam tozu içeren SA mikroliflerin dijital görüntüleri (a) 0BG-SA, (b) 5BG-SA, (c) 10BG-SA, (d) 15BG-SA, (e) 30BG-SA ve (f) 60BG-SA.



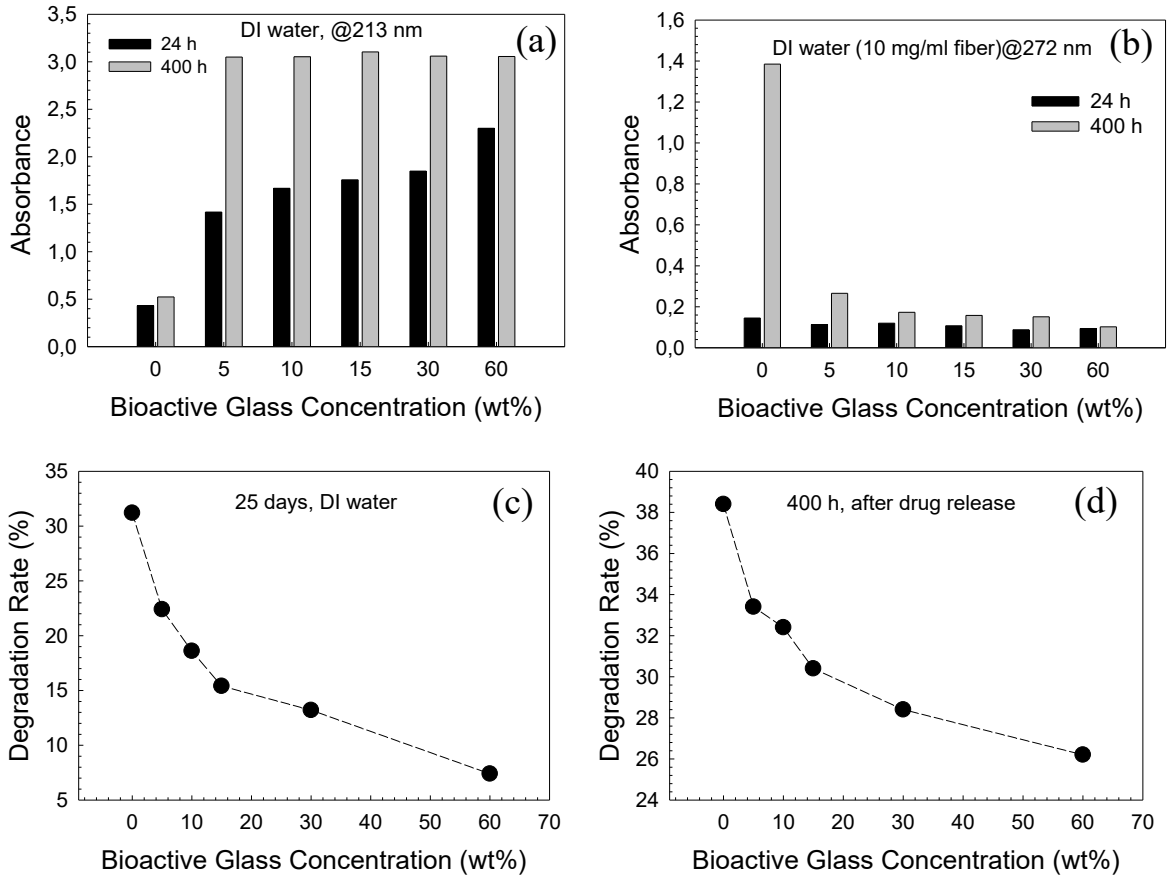
Şekil 2. (a) Amoksisilin kalibrasyon eğrisi, (b) kimyasal yapısı, (c) çalışma kapsamında hazırlanan mikroliflerden deiyonize su içerisine kümülatif ilaç salım miktarını gösteren grafik.

Deiyonize su içerisinde bekletilen örneklerin ağırlık kayıpları Şekil 4(c) ve (d)'de gösterilmektedir. Buna göre, katkısız SA liflerin 25 gün sonunda ağırlık kaybı %31.20 iken en yüksek miktarda BG içeren örnekte bu değer %7.4'e düşmüştür. Bu durumun biyoaktif camın yapısında bulunan CaO'nun deiyonize su içerisinde Ca^{2+} formunda çözünerek SA liflerde ek bir çapraz bağlanma yapmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Aynı şekilde ilaç salım deneyleri sonunda (400 saat) ilaç solüsyonundan çıkarılan örneklerin ağırlık kayıplarında, biyoaktif cam miktarına bağlı olarak benzer bir ilişki olduğu görülmektedir. İlaç solüsyonundan 400 saat sonunda çıkarılan katkısız SA mikroliflerin ağırlık kaybı 38.4% olarak hesaplanırken

60BG-SA kodlu örnek için bu değer %26.2 olarak elde edilmiştir. İlaç solüsyonundan çıkarılan örneklerde daha yüksek ağırlık kaybı elde edilmesi, ilaç içerisinde bekleme sırasında her ölçümde 2 ml yeni deiyonize suyun sisteme eklenmesi ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 3. (a) İlaç solüsyonundan çıkarılan örneklerin (b) katkısız ve BG içeren örneğin SBF öncesinde ve (c) sonrasında (14 gün) FTIR spektrumları,(d) İlacın FTIR spektrumu.



Şekil 4. İçerisinde mikroliflerin bekletildiği deiyonize suyun (a) 213 nm, (b) 272 nm dalga boyunda UV absorbans değerleri; (c) deiyonize suyun içerisinde 25 gün bekletilen, (d) ilaç salım çalışmaları sonrasında ilaç solüsyonundan çıkarılan liflerin ağırlık kayıplarını gösteren grafikler.

Çalışmada ilaç salım davranışı, sıfır derece, birinci derece, Higuchi, Korsmeyer-Peppas ve Hixson-Crowell kinetik modelleri kullanılarak analiz edilmiştir. İlgili model parametreleri Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir. Analizler, 48 saate dek ve 48-400 saat arası ilaç salım değerleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Buna göre katkısız ve BG içeren SA mikroliflerden AMOX salımı en fazla Korsmeyer-Peppas modeli ile uyumludur (korelasyon katsayısı, R^2>0.91) bunu Higuchi modeli izlemektedir. Ayrıca, Korsmeyer-Peppas modeli ile ilaç salım değerlerinin uyumunu gösteren grafikler 2 farklı zaman aralığı için Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmektedir.

Polimerik sistemlerden ilaç ve benzeri etken maddelerin salımını inceleyen modellerin büyük bir bölümü, Fick difüzyon eşitliğine dayanmaktadır. Farklı geometrik şekillere sahip polimerik sistemlerden kontrollü salım verilerini basitleştirmek amacıyla Korsmeyer-Peppas tarafından bir eşitlik (denklem 2) önerilmiştir. Korsmeyer-Peppas, ilaç salınım modeli kesirli ilaç salımı ile salım süresi arasında basit bir üstel ilişki kurmuştur (Talevi ve Ruiz, 2022; Korsmeyer vd., 1983):

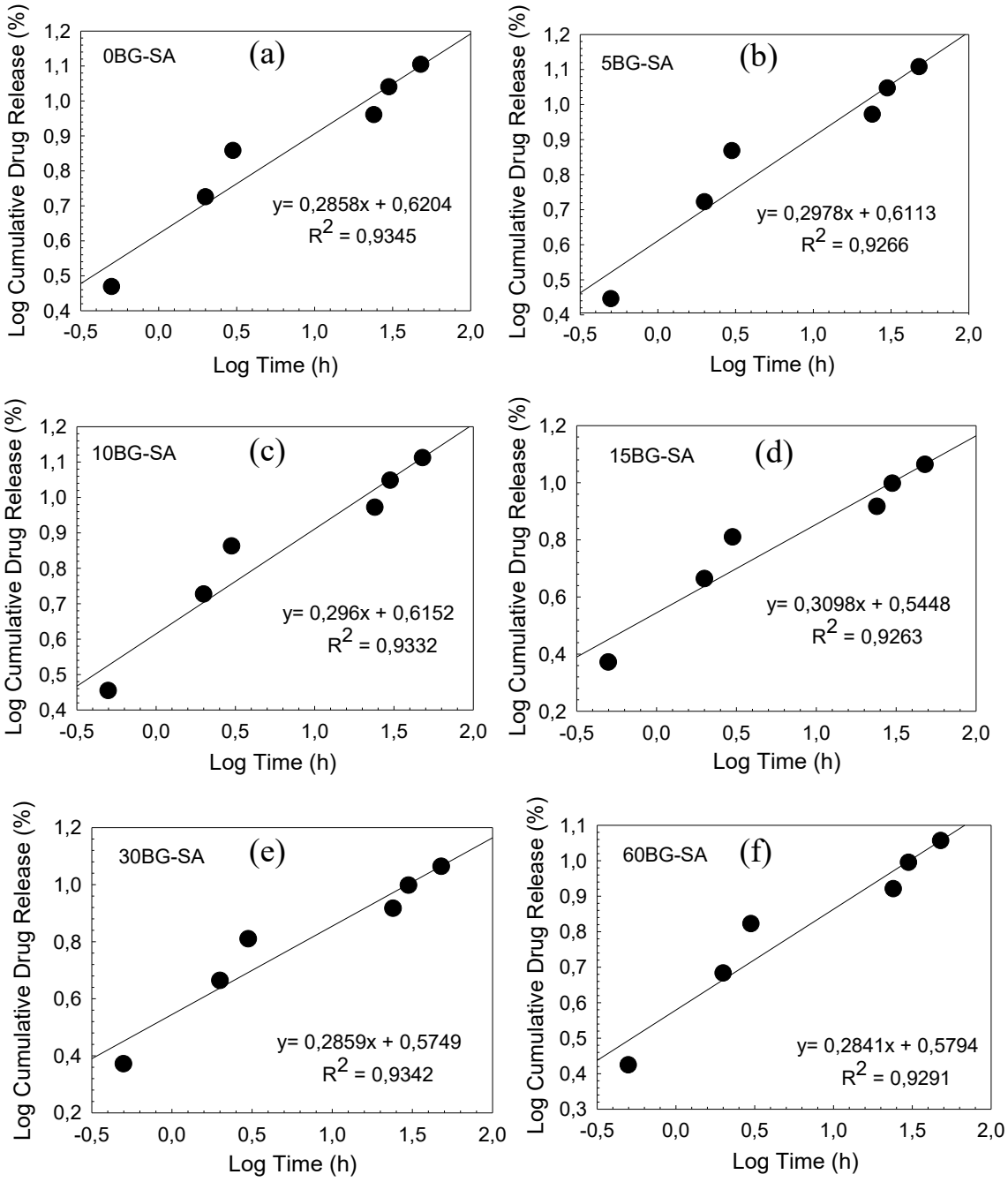
$$\frac{M_t}{M_\infty} = k.t^n \quad \ldots\ldots\ldots\

Tablo 1. Çalışma kapsamında ilk 48 saat ilaç salımı için incelenen farklı kinetik modellere ait model parametreleri. R^2: korelasyon katsayısı; K_0, K_1, K_H, K_{KP}, K_{HC} sıfır derece, birinci derece, Higuchi, Korsmeyer-Peppas, Hixson-Crowell model sabitleri.

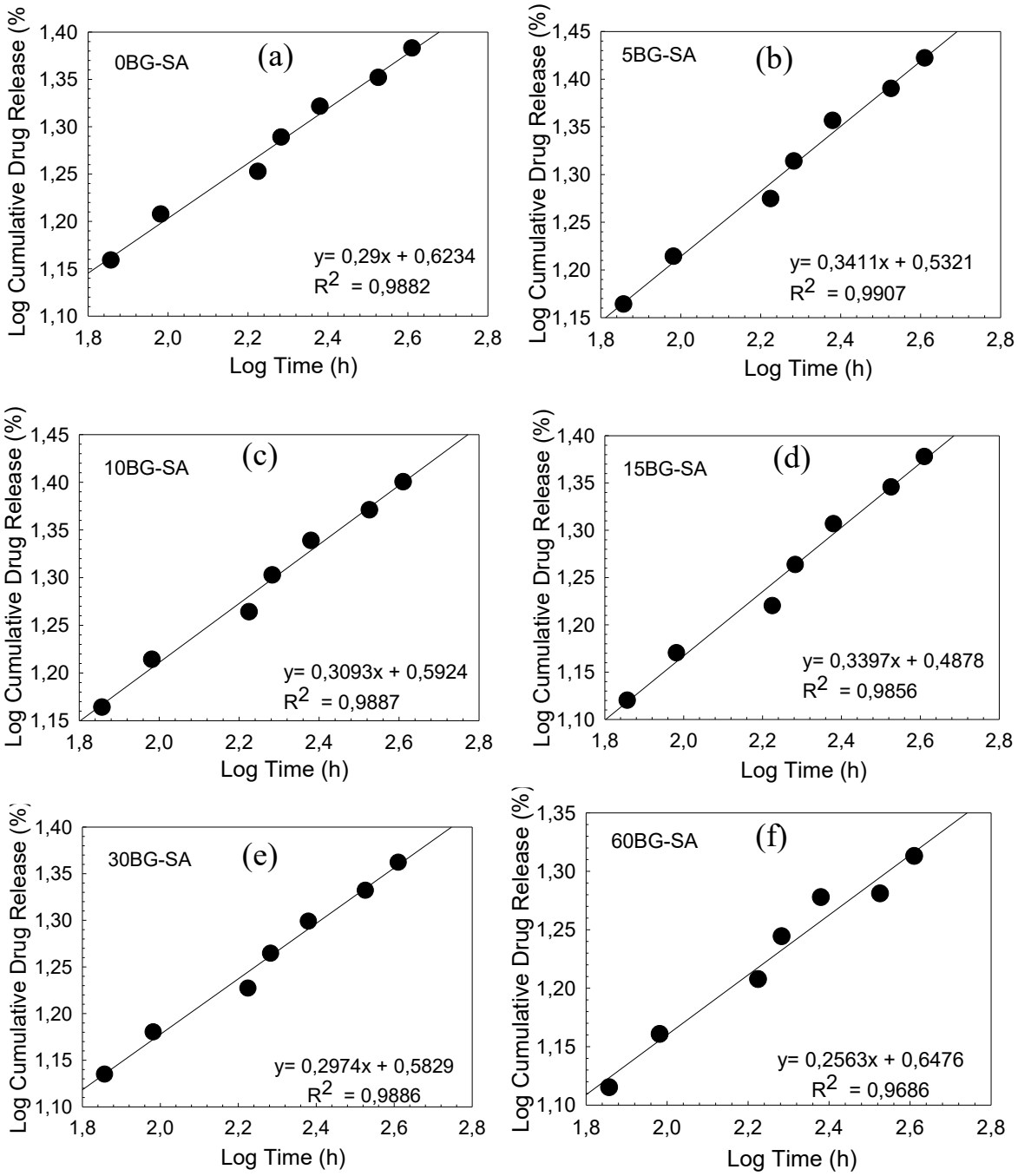
Model	Model Parametre	0BG-SA	5BG-SA	10BG-SA	15BG-SA	30BG-SA	60BG-SA
Sıfır Derece	R^2	0.8723	0.8584	0.8701	0.8678	0.8737	0.8600
	K_0	0.1722	0.179	0.1811	0.1649	0.1583	0.1586
Birinci Derece	R^2	0.8811	0.8681	0.8794	0.8762	0.8816	0.8683
	K_1	0.0008	0.0008	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007
Higuchi	R^2	0.9254	0.9196	0.9269	0.9231	0.9252	0.919
	K_H	1.3596	1.3959	1.4086	1.2815	1.2274	1.2119
Korsmeyer-Peppas	R^2	0.9345	0.9266	0.9332	0.9263	0.9342	0.9291
	K_{KP}	0.2858	0.2978	0.296	0.3098	0.2859	0.2841
Hixson-Crowell	R^2	0.8782	0.8649	0.8763	0.8375	0.879	0.8656
	K_{HC}	0.0029	0.0029	0.003	0.0027	0.0026	0.0025

Tablo 2. Çalışma kapsamında 48 saat-400 saat arasındaki ilaç salımı için incelenen farklı kinetik modellere ait model parametreleri. R^2: korelasyon katsayısı; K_0, K_1, K_H, K_{KP}, K_{HC} sıfır derece, birinci derece, Higuchi, Korsmeyer-Peppas, Hixson-Crowell model sabitleri.

Model	Model Parametre	0BG-SA	5BG-SA	10BG-SA	15BG-SA	30BG-SA	60BG-SA
Sıfır Derece	R^2	0,9627	0,9626	0,9605	0,9714	0,9669	0,899
	K_0	0,0278	0,0345	0,0305	0,0313	0,0272	0,021
Birinci Derece	R^2	0,9682	0,9691	0,9666	0,976	0,9717	0,9042
	K_1	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001
Higuchi	R^2	0,9873	0,9885	0,9869	0,988	0,9889	0,9486
	K_H	0,8116	1,0073	0,8899	0,9101	0,7912	0,6199
Korsmeyer-Peppas	R^2	0,9882	0,9907	0,9887	0,9856	0,9886	0,9686
	K_{KP}	0,29	0,3411	0,3093	0,3397	0,2974	0,2563
Hixson-Crowell	R^2	0,7707	0,7792	0,7673	0,8683	0,7969	0,5592
	K_{HC}	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0002



Şekil 5. Çalışma kapsamında hazırlanan mikroliflerden ilk 48 saatte AMOX salımının Korsmeyer-Peppas modeli ile uyumunu gösteren grafikler; (a) 0BG-SA, (b) 5BG-SA, (c) 10BG-SA, (d) 15BG-SA, (e) 30BG-SA ve (f) 60BG-SA.



Şekil 6. Çalışma kapsamında hazırlanan mikroliflerden 48-400 saat arasında AMOX salımının Korsmeyer-Peppas modeli ile uyumunu gösteren grafikler; (a) 0BG-SA, (b) 5BG-SA, (c) 10BG-SA, (d) 15BG-SA, (e) 30BG-SA ve (f) 60BG-SA.

4.SONUÇLAR

Çalışmada 13-93 biyoaktif cam tozları içeren sodyum aljinat mikrolifler üretilerek in vitro degradasyon, AMOX salım davranışı ve ilaç salım kinetiği incelenmiştir. In vitro degradasyon çalışmalarının sonuçlarına göre, katkısız SA liflerin 25 gün sonunda ağırlık kaybı %31.20 iken en yüksek miktarda BG içeren örnekte bu değer %7.4'e düşmüştür. Bu durumun biyoaktif

camdan kaynaklanan Ca^{2+} iyonlarının SA liflerde ek bir çapraz bağlanma yapmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. İlaç salım çalışmaları sonuçlarına göre, katkısız SA liflerden 24 ve 400 saat sonunda gerçekleşen ilaç salım yüzdeleri %9.12 ve %24.15 iken en yüksek BG miktarına sahip liflerde bu değerler sırasıyla %8.32 ve %20.55 olarak elde edilmiştir. İlaç salım kinetiği çalışmalarının sonuçlarına göre katkısız ve BG içeren SA mikroliflerden AMOX salımı en fazla Korsmeyer-Peppas modeli ile uyumludur (48-400 saat arası, korelasyon katsayısı: R^2>0.96) ve bunu Higuchi modeli izlemektedir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı (TÜSEB) tarafından 33700 nolu B grubu Ar-Ge projesi ile desteklenmiştir. Yazarlar, sağlanan finansal destek nedeni ile TÜSEB'e teşekkür eder.

KAYNAKLAR

Bider, F., Karakaya, E., Mohn, D., ve Boccaccini, A. R. (2022). Advantages of nanoscale bioactive glass as inorganic filler in alginate hydrogels for drug delivery and biofabrication. *European Journal of Materials*, 2(1), 33–53. https://doi.org/10.1080/26889277.2022.2039078.

Çerçi, A., Demir, E.S., Karaca, E. et al. (2025) .Preparation and Characterization of Amoxicillin-Loaded Polyvinyl Alcohol/Sodium Alginate Nanofibrous Mat: Drug Release Properties, Antibacterial Activity, and Cytotoxicity. *Arabian Journal of Science and Engineering,* 50, 77–91. https://doi.org/10.1007/s13369-024-09075-6.

Das, P.N., Raj, K.G. (2024). Chitosan coated graphene oxide incorporated sodium alginate hydrogel beads for the controlled release of amoxicillin, *International Journal of Biological Macromolecules*, 254, Part 2, 127837. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127837.

Deliormanlı, A. M. ve Yildirim, M. (2016). Sol-gel synthesis of 13-93 bioactive glass powders containing therapeutic agents. *Journal of the Australian Ceramic Society,*52(2), 9–19.

Dinis, T. M., Elia, R., Vidal, G., Auffret, A., Kaplan, D.L., ve Egles, C. (2014). Method to form a fiber/growth factor dual-gradient along electrospun silk for nerve regeneration. *ACS Applied Material Interfaces*, 6, 16817-16826. https://doi.org/110.1021/am504159j.

Geddes, A. M., Klugman, K. P., ve Rolinson, G. N. (2007). Introduction: historical perspective and development of amoxicillin/clavulanate. *International journal of antimicrobial agents*, *30*, 109-112.

Gerhardt, L. C., ve Boccaccini, A. R. (2010). Bioactive Glass and Glass-Ceramic Scaffolds for Bone Tissue Engineering. *Materials.* 3(7), 3867– 3910. https://doi.org/10.3390/ma3073867.

Harris, L.D. Kim, B.S. ve Mooney, D.J., (1998). Open pore biodegradable matrices formed with gas foaming, *Journal of Biomedical Materials Research*, 42, 396-402.

Hossain, S., ve Ahmed, S. (2023). FTIR spectrum analysis to predict the crystalline and amorphous phases of hydroxyapatite: a comparison of vibrational motion to reflection. *RSC Advances*, 13, 14625-14630. https://doi.org/10.1039/D3RA02580B.

Jain, D., ve Bar-Shalom, D. (2014). Alginate drug delivery systems: Applicationin context of pharmaceutical and biomedical research. *Drug Development andIndustrial Pharmacy*, 40(12), 1576–1584. https://doi.org/10.3109/03639045.2014.917657.

Jones, J.R., Brauer, D.S., Hupa, L. ve Greenspan, D.C. (2016), Bioglass and Bioactive Glasses and Their Impact on Healthcare. *International Journal of Applied Glass Science*, 7: 423-434. https://doi.org/10.1111/ijag.12252.

Khademhosseini, A. Vacanti, J.P. ve Langer, R., (2009).Progress in tissue engineering, *Scientific American*, 300, 64-71.

Kokubo, T., ve Takadama, H. (2006). How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity?. *Biomaterials*. 27(15), 2907–2915. https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2006.01.017.
Korsmeyer, R.W., Gurny, R., Doelker, E., Buri, P., ve Peppas, N.A. (1983). Mechanisms of solute release from porous hydrophilic polymers, *International Journal of Pharmaceutics*, 15, 1, 25-35, https://doi.org/10.1016/0378-5173(83)90064-9.
Mo, X. M., Xu, C.Y., Kotaki, M., Ramakrishna, S. (2004). Electrospun P(LLA-CL) nanofiber: a biomimetic extracellular matrix for smooth muscle cell and endothelial cell proliferation. *Biomaterials*, 25 (10), 1883-1890. https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2003.08.042.
Ozdemir, T. Xu, L.-C., Siedlecki, C., Brown, J. L. (2013). Substrate curvature sensing through Myosin IIa upregulates early osteogenesis, *Integrative Biology*, 5,1407.
Paarakh, M. P., Jose, P. A., Setty, C., ve Peterchristoper, G. (2023). Release Kinetic- Concepts and Applications. *International Journal of Pharmacy Research & Technology* (IJPRT), 8(1), 12–20. https://doi.org/10.31838/ijprt/08.01.02.
Permanadewi, I., Kumoro, A.C. Wardhani, D.H. ve Aryanti, N. (2019). Modelling of controlled drug release in gastrointestinal tract simulation, *J. Phys.: Conf. Ser.* 1295, 012063.
Praveena, S.D., Ravindrachary, V., Bhajantri, R.F. ve Ismayil, (2014). Free volume related microstructural properties of lithium perchlorate/sodium alginate polymer composites. *Polymer Composites,* 35,7, 1267-1274. https://doi.org/10.1002/pc.22777.
Rahaman, M. N., Day, D. E., Bal, B. S., Fu, Q., Jung, S. B., Bonewald, L. F., ve Tomsia, A. P. (2011). Bioactive glass in tissue engineering. *Acta Biomaterialia*, 7, 2355-2373.
Rozaini, M.Z.H., Hamzah, H., Mohtar, N., Sainoruddin, M.H., Sofian, F.R.M., Ghazali, M., Wahid, E. Razali, M., Ghazali, S.R., Ibrahim, N.H., ve Fei, L.C. (2017). Biomaterials derived from Tamban, Sardinella fimbriata bones as promising anodyne sunscreen. *Journal of Sustainability Science and Management,* 75-84.
Sachan, N. K., Pushkar, S., Jha, A., ve Bhattcharya, A. (2009). Sodium alginate: The wonder polymer for controlled drug delivery. *Journal of Pharmacy Research*, 2(8), 1191–1199.
Talevi, A., ve Ruiz, M.E. (2022). Korsmeyer-Peppas, Peppas-Sahlin, and Brazel-Peppas: Models of Drug Release. In: Talevi, A. (eds) The ADME Encyclopedia. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-84860-6_35.
Timchenko, P.E., Timchenko, E.V., Pisareva,E.V., Yu Vlasov, M., Red'kin, N.A., ve Frolov, O.O. (2017) Spectral analysis of allogeneic hydroxyapatite powders. *Journal of Physics: Conference Series*, 784, 012060. https://doi.org/10.1088/1742-6596/784/1/012060.
Wu J, Miao G, Zheng Z, Li, Z., Ren, W., Wu, C., Li, Y., Huang, Z., Yang, L., ve Guo, L. (2018). 3D printing mesoporous bioactive glass/sodium alginate/gelatin sustained release scaffolds for bone repair. *Journal of Biomaterials Applications,* 33(6):755-765. https://doi.org/10.1177/0885328218810269.
Zhang, Y., Wang, X., Su, Y., Chen, D., ve Zhong, W. (2016). A doxorubicin delivery system: Samarium/mesoporous bioactive glass/alginate composite microspheres, *Materials Science and Engineering: C*, 67, 205-213. https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.05.019.
Zhu, P., Lin, A., Tang, X., Lu, X., Zheng, J., Zheng, G., ve Lei, T. (2016). Fabrication of three-dimensional nanofibrous macrostructures by electrospinning , *AIP Advances*, 6, 55304–1.

DOKU MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARI İÇİN SODYUM ALJİNAT/BİYOAKTİF CAM MİKROLİFLERİN HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU

Sercan ENSOYLU
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Yunusemre, Manisa
Prof. Dr. Aylin M. DELİORMANLI
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Yunusemre, Manisa
ORCID: 0000-0001-7877-7635

ÖZET

Sodyum aljinat, kahverengi deniz yosunundan ekstrakte edilen bir anyonik polisakkarittir. Bu doğal biyopolimer, çok değerlikli katyonların varlığında hücre dışı matrisi taklit edebilen çeşitli formlarda (nano/mikrolif ve gözenekli doku iskeleleri gibi) hidrojel oluşturma yeteneği ve yüksek biyouyumluluğu nedeniyle doku mühendisliğinde ve rejeneratif tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak aljinat bazlı yapılar düşük biyoaktivite ve osteokondüktivite sergilemekte, biyomineralizasyonu desteklememektedir. Bu nedenle, bu çalışmada yüksek biyoaktivite ve yüksek çapraz bağlanma yeteneğine sahip sodyum aljinat hidrojellerin hazırlanması amaçlanmış, bu doğrultuda farklı konsantrasyonlarda silikat bazlı biyoaktif cam tozları (Ca^{2+} içeren) katkılı sodyum aljinat kompozitler mikrolif formunda üretilerek $CaCl_2$ solüsyonu ile çapraz bağlanmış, elde edilen yapıların morfolojik ve yapısal özellikleri test edilmiştir. Ayrıca, hazırlanan kompozit mikroliflerin yapay vücut sıvısı (SBF) ve fosfat tamponlu salin (PBS) içerisindeki mineralizasyon davranışı zamana bağlı olarak incelenmiştir. Sonuçlar, hazırlanan kompozit mikrolif çaplarının 282±23 µm ile 385±34 µm aralığında olduğunu göstermiş, artan biyoaktif cam katkısı ile lif çaplarında artış olduğu anlaşılmıştır. Fizyolojik sıvılar içerisinde bekletilen kompozit liflerde biyoaktif cam konsantrasyonuna bağlı olarak hidroksiapatit (HA) oluşumu gerçekleştiği Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi analizleri ile tespit edilmiştir. SBF içerisinde bekletilen örneklerde 14 günden itibaren, PBS içerisinde bekletilen örnekler ise 3 günden itibaren HA oluşumunun meydana geldiği anlaşılmıştır. Genel sonuçlar, en düşük biyoaktif cam tozu konsantrasyonundan (%5) itibaren kompozit liflerin mineralizasyon yeteneğine sahip olduğunu, ancak çok yüksek miktarda biyoaktif cam içeren örneklerde homojenizasyonla ilgili problemlerle karşılaşıldığını göstermiştir. Çalışma kapsamında hazırlanan kompozit mikroliflerin doku mühendisliği uygulamalarında kullanılma potansiyelinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sodyum aljinat, biyoaktif cam, mikrolif, doku mühendisliği

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF SODIUM ALGINATE/BIOACTIVE GLASS MICROFIBERS FOR TISSUE ENGINEERING APPLICATIONS

ABSTRACT

Sodium alginate is an anionic polysaccharide extracted from brown seaweed. This natural biopolymer is widely used in tissue engineering and regenerative medicine due to its high biocompatibility and ability to form hydrogels in various forms (e.g., nano/microfibers, and porous scaffolds) that can mimic the extracellular matrix in the presence of multivalent cations. However, alginate-based structures exhibit low bioactivity and osteoconductivity and do not support biomineralization. Therefore, in this study, it was aimed to prepare sodium alginate composites having high bioactivity and crosslinking ability. In this direction, sodium alginate composites containing silicate-based bioactive glass powders (with Ca^{2+}) at different concentrations were produced in microfiber form, cross-linked with $CaCl_2$ solution, and the morphological and structural properties of the resulting structures were tested. Additionally, the mineralization behavior of the prepared composite microfibers in artificial body fluid (SBF) and phosphate buffered saline (PBS) was examined as a function of time. The results showed that the diameters of the prepared composite microfiber were between 282±23 µm and 385±34 µm, and it was understood that there was an increase in fiber diameters with increasing bioactive glass additive. It has been determined by Fourier transform infrared spectroscopy analysis that hydroxyapatite (HA) formation occurs depending on the bioactive glass concentration in composite fibers kept in physiological liquids. HA formation occurred after 14 days in the samples immersed in SBF, and after 3 days in the samples kept in PBS. The general results showed that the composite fibers were capable of mineralization starting from the lowest concentration of bioactive glass powder (5%), but problems with homogenization were encountered in samples containing very high amounts of bioactive glass. It was concluded that the composite microfibers prepared within the scope of the study have the potential to be used in tissue engineering applications.

Keywords: Sodium alginate, bioactive glass, microfiber, tissue engineering.

1.GİRİŞ

Doku mühendisliği, hücreler, biyomalzemeler ve biyokimyasal sinyal moleküllerinin bir araya getirilmesiyle, hasar görmüş biyolojik yapıların onarımı veya yeniden oluşturulmasını amaçlayan interdisipliner bir alandır. Bu alan, mühendislik prensipleri ile yaşam bilimlerini entegre ederek, vücutta oluşan işlev kayıplarının giderilmesini veya tedavi edilmesini hedeflemektedir (Langer ve Vacanti, 1993; Nerem ve Sambanis, 1995).

Doku mühendisliği uygulamalarında kullanılan hücresel yapı taşları arasında lifler, benzersiz avantajlarından dolayı dikkat çekmektedir. Lif şeklindeki yapı taşlarının kullanımı, fonksiyonel doku ve organlar için gerekli olan kan ve lenf damarları, sinir ağları, kas lifleri, bağlar ve tendonlar gibi hiyerarşik yapıların yeniden yapılandırılmasında kolaylık sağlamaktadır. Özellikle mikro ölçekli lifler (10-1000 µm çapında), hücrelerin, hücre şekli ve büyümesinin tek yönlü hizalanması, tübüler bir alanda hücre hapsi veya heterojen hücreler kullanılarak hücre düzeyinde uzaysal düzenleme ile işlevsel, çok hücreli mikro dokular oluşturmasına olanak tanımaktadır (Onoe ve Takeuchi, 2015).

Üç boyutlu doku iskelesi ve nano/mikrolif hazırlanmasında kullanılan doğal bir polisakkarit olan sodyum aljinat (SA), kahverengi alglerden elde edilmekte, düşük immünojenite, yüksek biyouyumluluk ve jelleşme yeteneği sayesinde doku mühendisliğinde sıklıkla tercih edilmektedir. Sodyum aljinatlar Ca^{2+} gibi çok değerlikli katyonlarla etkileşerek hidrojeller oluşturmaktadır (Zhao vd., 2021; Xu vd., 2022). Doku mühendisliği uygulamalarında kullanılan bir diğer biyomalzeme olan biyoaktif camlar (BG), fizyolojik sıvılar ile temas ettiklerinde yüzeylerinde karbonatlı hidroksiapatit tabakasının oluşumuyla sağlanan kemiğe güçlü bir şekilde bağlanma yeteneklerine bağlı olarak özellikle kemik doku rejenerasyonunda işlev görmektedir (Hench vd, 1971; Rahaman vd, 2011). Biyoaktif camlar, sodyum aljinat gibi doğal polimerlerle bir araya getirildiğinde, içerdiği iyonlar aracılığıyla sistemin biyolojik etkinliğini artırma potansiyeline sahip olup bu iyonların derişimi, hedef dokuda belirli hücresel tepkileri uyandıracak şekilde düzenlenmekte böylece doku yenilenme süreçleri desteklenmektedir (Zheng vd., 2021; Mehrabi vd., 2020). Ayrıca, biyoaktif camların çözünmesiyle açığa çıkan iyonlar, kılcal damar oluşumunu (anjiyogenez) uyararak çevre dokular ile arasında güçlü bir biyolojik bağ oluşmasına katkı sağlamaktadır (Fiume vd., 2022). Hench tarafından ilk geliştirilen biyoaktif cam kompozisyonu olan 45S5 dışında silikat bazlı bir başka biyoaktif cam olan 13-93 kompozisyonu fizyolojik sıvılar içerisinde K, Mg, Si, Na, ve Ca iyonlarının sürekli salımını yapmaktadır (Chen vd., 2024; Rahaman vd, 2011). 13-93 biyoaktif camların içeriğinde bulunan magnezyum iyonlarının makrofaj polarizasyonunu ve anjiyogenezi destekleme potansiyeli olduğu raporlanmıştır (Chen vd., 2024).

Literatürde sodyum aljinat/biyoaktif cam kompozit doku iskelelerinin hazırlanması üzerine yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Zhao vd. tarafından yapılan bir çalışmada, kemik rejenerasyonu için kendinden çapraz bağlı biyoaktif cam/aljinat kompozit doku iskelelerinin hazırlanması ve karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Biyoaktif cam skafoldlar üç boyutlu basım tekniği ile hazırlanarak sodium aljinat ile kaplanmış (%1, 3, 5, 7), biyoaktif camlardan

salınan Ca^{2+} iyonlarının aljinatın çapraz bağlanma işlemini gerçekleştirdiği tespit edilmiş ve bu şekilde herhangi bir organik solvent, çapraz bağlama maddesi veya bağlayıcı olmadan tamamen Ca^{2+} iyonlarının varlığı ile doku iskeleleri üretilebilmiştir (Zhao vd., 2016). Bir başka çalışmada, 13-93 biyoaktif cam ve sodyum aljinat kullanılarak, yine üç boyutlu basım tekniği ile kompozit skafoldlar üretilmiştir. Hazırlanan tüm skafoldlar tamamen bağlantılı ve açık bir gözenek yapısı sergilemiş, biyoaktif cam oranı arttıkça gözenek boyutu, toplam gözeneklilik miktarı ve mekanik özelliklerde belirgin iyileşmeler gözlemlenmiştir. Ayrıca, bu iskelelerde apatit mineralizasyonu ve BMSC hücrelerinin yapıya tutunması ve osteojenik farklılaşması da artmıştır (Luo vd., 2016). Guagnini ve ark. aljinat/hidroksiapatit esaslı kompozit iskeleleri, stronsiyum ve magnezyum gibi terapötik iyonlar içeren, yüksek kristallenme sıcaklığına sahip bir biyoaktif cam ile modifiye ederek kemik doku mühendisliği uygulamalarında kullanılabilirliğini değerlendirmiştir. Sonuçlar biyoaktif cam ilavesinin, iskelelerin gözenekliliğinde hafif bir düşüşe yol açtığını, ancak mekanik dayanım ve biyolojik performans üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığını göstermiştir. MG-63 hücrelerinin tutunma ve çoğalma kapasitelerinin biyoaktif cam katkılı iskelelerde anlamlı düzeyde arttığı ayrıca kullanılan biyoaktif camların *S. aureus* ve *E. coli* bakteri suşlarına karşı etkili olduğu raporlanmıştır (Guagnini vd., 2024). Hatton vd. tarafından yürütülen bir çalışmada, aljinat ve biyoaktif cam tozları kullanılarak, dondurarak kurutma yöntemiyle gözenekli ve biyouyumlu kompozit iskeleler hazırlanmıştır. Biyolojik aktivitesindeki değişimi gözlemlemek için doku iskeleleri yapay vücut sıvısı (SBF) içerisinde 37°C'de inkübatörde bekletilmiştir. Biyoaktif cam kompozisyonuna stronsiyum ve çinko gibi osteojenik ve antibakteriyel iyonların dâhil edilmesiyle, hazırlanan iskelelerin biyolojik ve antibakteriyel aktivitesinde artış gözlemlenmiştir (Hatton vd., 2019).

Litaretürde, farklı kompozisyonalardaki biyoaktif cam/aljinat kompozitler üzerine geçmiş çalışmalar olsa da silikat bazlı 13-93 biyoaktif cam partikülleri içeren sodyum aljinat mikroliflerin hazırlanması üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, doku mühendisliği uygulamalarında kullanılmak üzere biyouyumlu, biyoaktif özellik gösteren ve kontrollü bozunabilen fonksiyonel sodyum aljinat/biyoaktif cam kompozit mikrolif yapılar geliştirmektir. Çalışmada 13-93 biyoaktif cam katkısıyla desteklenen polimerik liflerin, yapısal ve morfolojik özellikleri ayrıca in vitro koşullarda fizyolojik sıvılar içerisinde hidroksiapatit oluşturma davranışı incelenmiştir.

2.MATERYAL VE METOT

2.1.Malzemeler

Sodyum aljinat (W201502) ve çapraz bağlama amacıyla kullanılan kalsiyum klorür ($CaCl_2$, BioReagent) Sigma-Aldrich'ten satın alınmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan 13-93 biyoaktif cam tozları (% ağırlıkça %53 SiO_2, %6 Na_2O, %12 K_2O, %5 MgO, %20 CaO, %4 P_2O_5) daha önce sol-jel yöntemi ile sentezlenmiş olup, amorf yapıdadır ve medyan tane boyutu ~4 µm'dur (Deliormanlı ve Yıldırım, 2016).

2.2.Sodyum Aljinat Bazlı Solüsyon ve Mikrolif Hazırlanması

Sodyum aljinat solüsyonu (%15 ağırlıkça) hazırlamak amacıyla, gerekli miktarda sodyum aljinat tozu deiyonize su içerisine eklenmiş ve homojen bir karışım elde etmek için, hazırlanan solüsyon manyetik karıştırıcı üzerinde bir gece boyunca oda sıcaklığında düşük hızda karıştırılmaya devam edilmiştir. Farklı oranlarda 13-93 biyoaktif cam tozları içeren (% ağırlıkça 5, 10, 15, 30 ve 60) homojen sodyum aljinat çözeltileri hazırlanması amacı ile uygun miktarda biyoaktif cam tozları %15 sodium aljinat solüsyonuna eklenerek santrifüjel bir mikser (Uni-Cyclone UM-113, Japonya) ile karıştırılmıştır (700 rpm, 5 dakika).

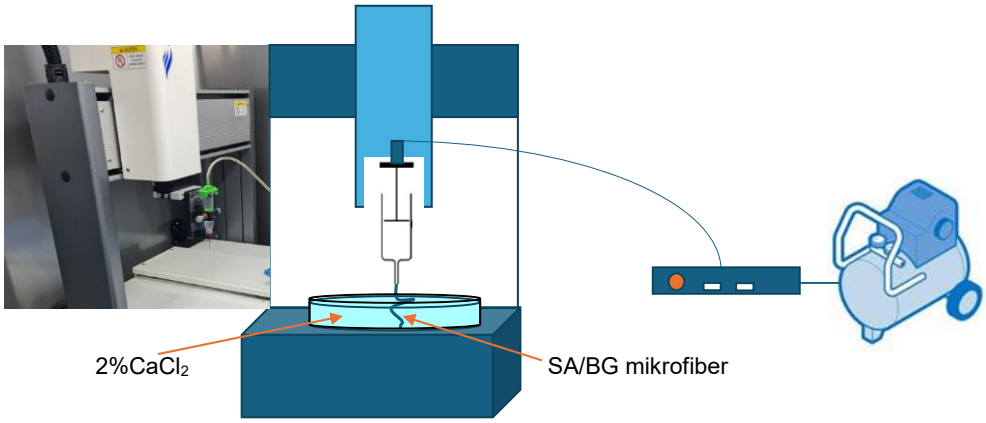
Sodyum aljinat/biyoaktif cam kompozit mikroliflerin hazırlanması için ektrüzyon yöntemi kullanılmıştır. Ekstrüzyon yöntemi basitçe bir şırınga iğnesi veya mikro nozul dizisi kullanılarak ön-jel çözeltisinin bir jelatör çözeltisine ekstrüde edilmesini içermektedir. Ekstrüzyon yöntemi için öncelikle şırınga iğneleri veya pipetler kullanılır. Çalışma kapsamında bu amaçla bir 3D yazıcıda (Fisnar F7300N) 510 µm iğne ucuna (paslanmaz çelik) sahip bir steril şırınga sistemi kullanılmış ve şırıngaya 5 ml sodyum aljinat, biyoaktif cam süspansiyonu yüklenmiştir. Ardından, yazıcıya bağlı kompresör yardımıyla 2-3 bar hava basıncı uygulanarak şırınganın ucu $CaCl_2$ solüsyonu (% ağırlıkça 2) içeren bir petri kabına batırılmış ve ekstrüzyon ile sürekli mikrolifler oluşturulmuştur. Hazırlanan mikrolifler, ekstrüzyon işleminin ardından 24 saat boyunca $CaCl_2$ banyosunda bekletilmiş sonrasında deiyonize su ile yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Çalışma kapsamında mikrolif hazırlanma prosedürünü gösteren şematik Şekil 1'de verilmiştir. Hazırlanan 0, 5, 10, 15, 30 ve 60% ağırlıkça biyoaktif cam içerikli SA mikrolifler sırasıyla 0BG-SA, 5BG-SA, 10BG-SA, 15BG-SA, 30BGSA ve 60BG-SA olarak kodlanmıştır.

2.3.Karakterizasyonlar

2.3.1.Morfolojik ve Yapısal Karakterizasyonlar

Çalışma kapsamında hazırlanan sodyum aljinat/ biyoaktif cam kompozit mikroliflerin morfolojik özellikleri optik mikroskop ile (Nikon) ve yapısal özellikleri FTIR-ATR

spektrometresi (Thermo Scientific-Nicolet, IS20) ile 525 ile 4000 cm^{-1} dalga boyu aralığında incelenmiştir. Optik mikroskop kullanılarak düşük magnifikasyonda elde edilen görüntüler üzerinden liflerin çap ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla her örnek için rastgele 20 adet lif seçilerek optik mikroskoba ait görüntüleme programı yardımı ile lif çapları ölçülmüş ve ilgili değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma kapsamında sodyum aljinat bazlı mikrolif hazırlanmasında kullanılan yöntemin şematik gösterimi.

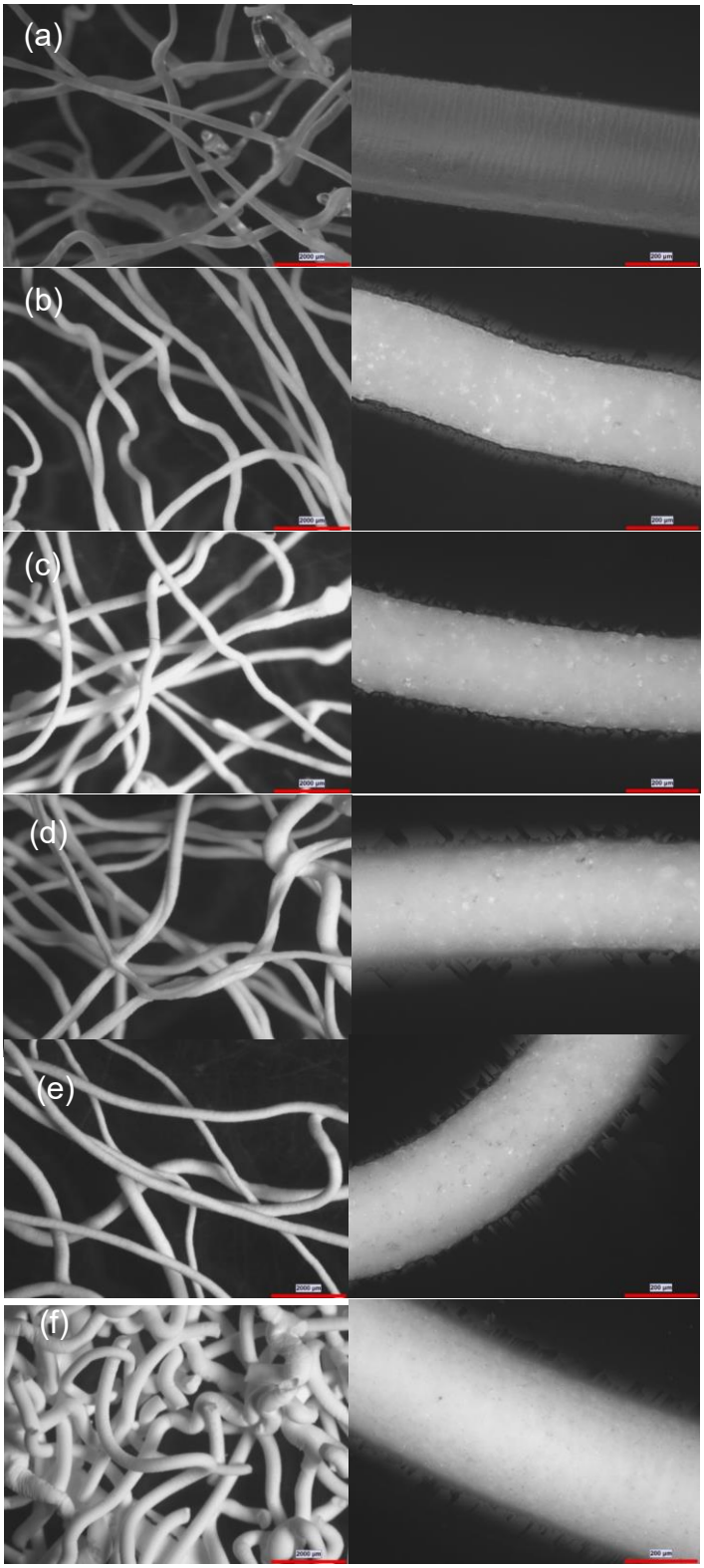
2.3.2.In Vitro Biyoaktivite

In vitro biyoaktivite deneyleri yapay vücut sıvısı (SBF) ve fosfat tamponlu salin solüsyonu (PBS) içerisinde gerçekleştirilmiştir. SBF, Kokuko vd. tarafından belirtilen protokole göre hazırlanmıştır (Kokubo ve Takadama, 2006). SBF hazırlamada kullanılan sodyum klorür (NaCl), sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$), potasyum klorür (KCl), dipotasyum fosfat ($K_2HPO_4.3H_2O$), magnezyum klorür hekzahidrat ($MgCl_2.6H_2O$), kalsiyum klorür ($CaCl_2$), sodyum sülfat (Na_2SO_4), tris(hidroksimetil) aminometan $(CH_2OH)_3CNH_2$ ve hidroklorik asit (HCl) Sigma Aldrich'ten temin edilmiştir. PBS hazırlamada NaCl, KCl, Na_2HPO_4 ve KH_2PO_4 kullanılmıştır. Hazırlanan mikrofiberler, pH'sı 7.4 olan yapay vücut sıvısı (SBF) ve PBS içine konularak (1 gr örnek için 500 ml SBF ya da PBS olacak şekilde) inkübatörde 37 °C' de belirli süreler (3, 7, 14 gün) bekletilmiştir. SBF ve PBS'den çıkarılan örneklerin yüzeyinde hidroksiapatit (HA) oluşumu FTIR spektroskopisi kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca, içerisinden örnek çıkarılan fizyolojik sıvıların pH değerlerindeki değişim zamana bağlı olarak pH metre (Hanna HI2211) kullanılarak ölçülmüştür.

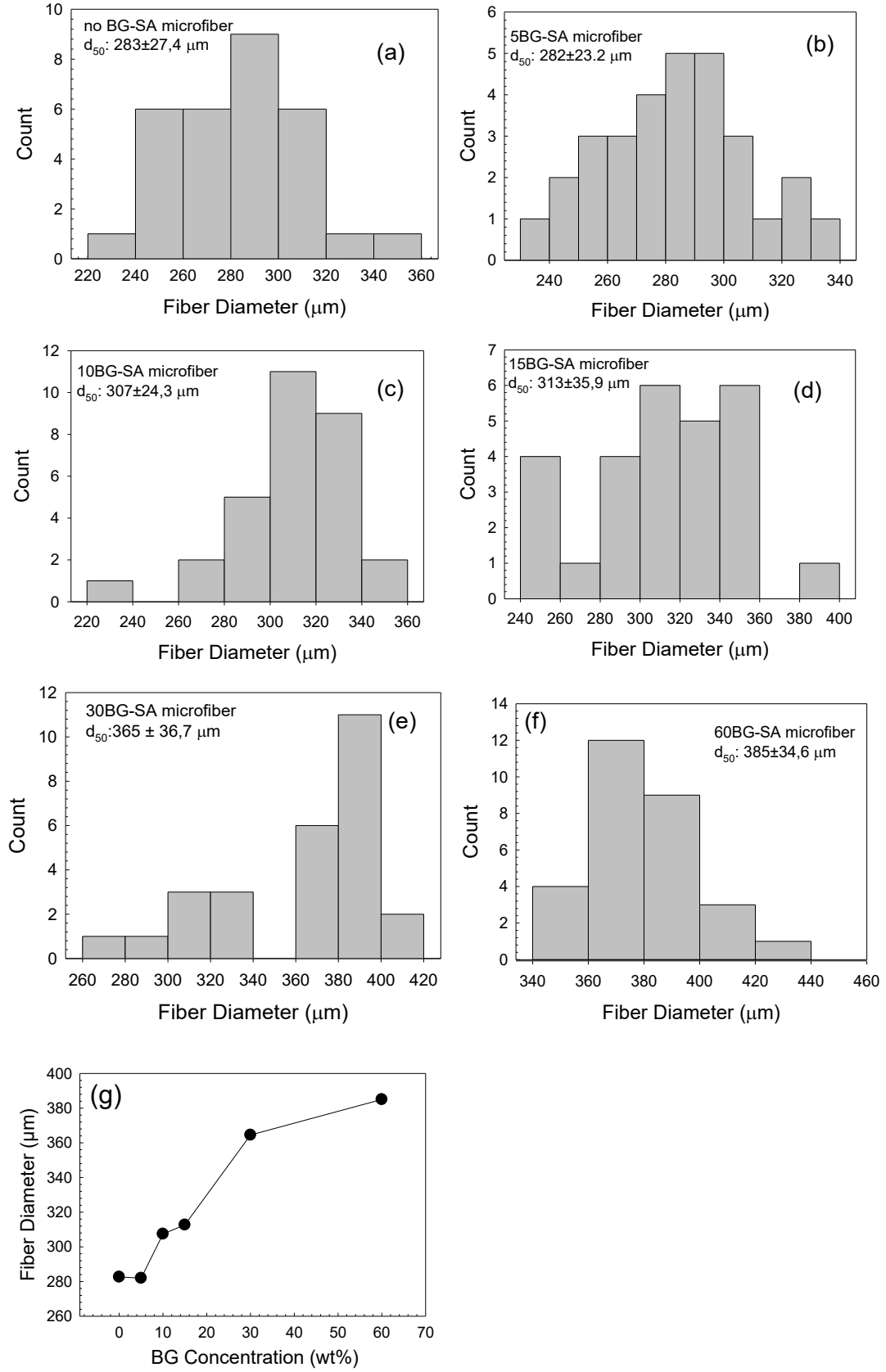
3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında hazırlanan katkısız ve biyoaktif cam içeren SA mikroliflerin optik mikroskop görüntüleri Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre, cam içermeyen mikroliflerin daha pürüzsüz bir yüzey morfolojisine sahip olduğu, biyoaktif cam konsantrasyonunun artışıyla birlikte yüzeyde biyoaktif cam partiküllerinin belirgin hale geldiği gözlemlenmiştir. Özellikle %30 ve %60 biyoaktif cam içeren örneklerde, lifler üzerinde homojen olmayan partikül dağılımları olduğu görülmektedir. Optik mikroskop görüntüleri, eklenen biyoaktif cam partiküllerinin eklenme miktarına bağlı olarak mikroliflerin yüzey morfolojisini etkilediğini göstermektedir. Gerçekleştirilen lif çapı ölçüm sonuçlarına göre biyoaktif cam konsantrasyonu arttıkça lif çap büyüklüğünün arttığı gözlemlenmiştir. Hiç biyoaktif cam içermeyen 0BG-SA kodlu örneğin lif çapı 283 ± 27,4 µm iken en yüksek oranda biyoaktif cam içeren 60BG-SA kodlu örnek için bu değerin 385 ± 35,6 µm'ya yükseldiği anlaşılmıştır (Şekil 3).

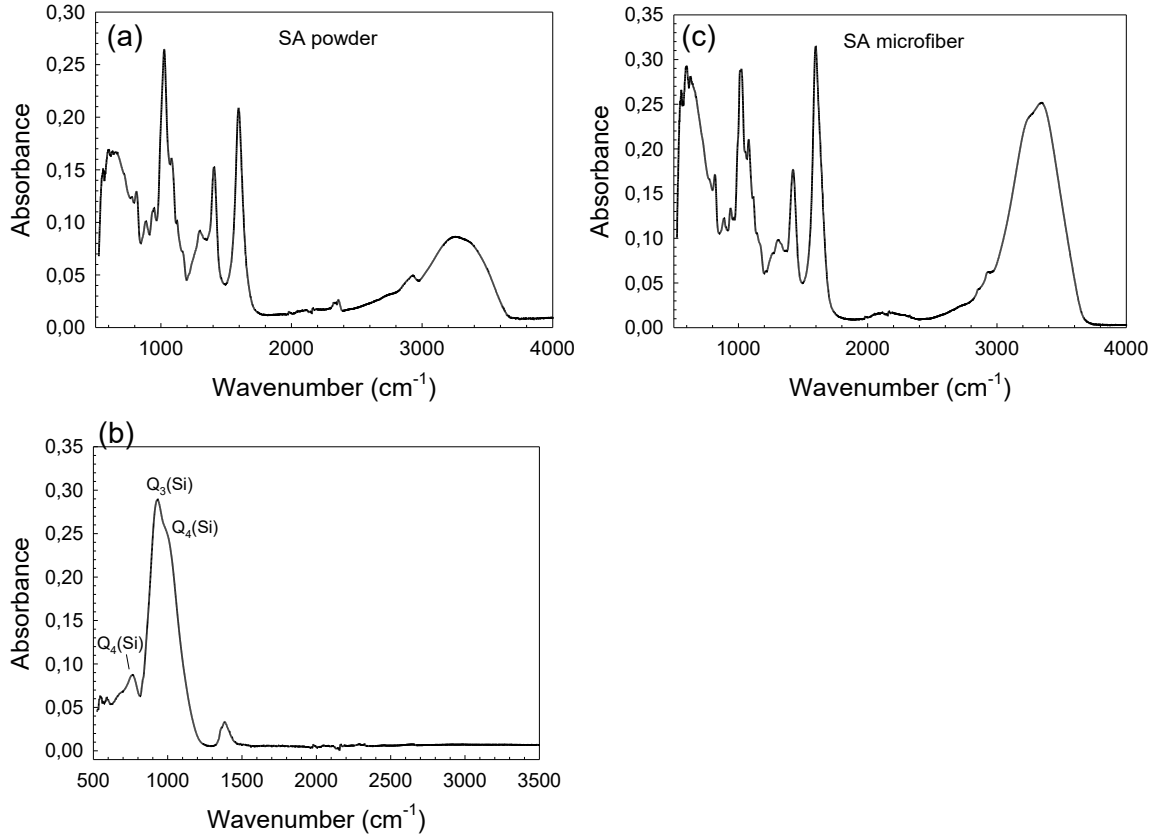
Çalışmada kullanılan sodyum aljinat ve biyoaktif cam tozlarına ait FTIR spektrumları Şekil 4'de gösterilmektedir. Ayrıca biyoaktif cam içermeyen SA mikroliflerin IR spektrumu da Şekil 4(b)'de yer almaktadır. Sol-jel yöntemi ile sentezlenmiş ve 625 °C'de kalsine edilmiş 13-93 biyoaktif cam tozlarının spektrumunda 900-1200 cm^{-1} dalga boyunda asimetrik Si-O gerilme bandının var olduğu anlaşılmaktadır. Benzer şekilde biyoaktif cam içeren SA liflerin FTIR spektrumları Şekil 5'de verilmiştir. Buna göre, 1550-1750 cm^{-1} dalga boyu aralığında karboksilik ester bandı mevcuttur. Bu bölgedeki 1600 cm^{-1}'deki pik, sodyum aljinat örneklerinde karboksilat (COO^-) grubunu temsil etmektedir. 817 cm^{-1} bandı, sodyum aljinat yapısındaki guluronik ve mannuronik asit gruplarına karşılık gelmektedir. ~1083 ve 1024 cm^{-1} bantları, C-O ve C-C gerilme titreşimleri ile C-O-C glikozidik bağlarının titreşimlerini temsil etmektedir. ~1030 cm^{-1} dalga boyundaki pik, C-O titreşimlerine atfedilmiştir (Praveena vd., 2014). Benzer şekilde 1406 cm^{-1} bandı, karboksilat grubunun O-C-O simetrik gerilme titreşimleri ile birlikte C-OH deformasyon titreşimlerini göstermektedir. ~2926 cm^{-1}'deki zayıf sinyal, C-H gerilme titreşimlerini temsil etmektedir. Son olarak, ~3260 cm^{-1}'de merkezlenen geniş bant, hidrojen bağlı O-H gerilme titreşimlerine atfedilmiştir. Bu dalga boyları biyoaktif cam oranı arttıkça azalma gösterirken 1000-1300 cm^{-1} dalga boyu aralığında, Si–O–Si bağlarına ait asimetrik gerilme titreşimleri gözlenmiştir (Luo vd., 2016; Wang vd., 2009).



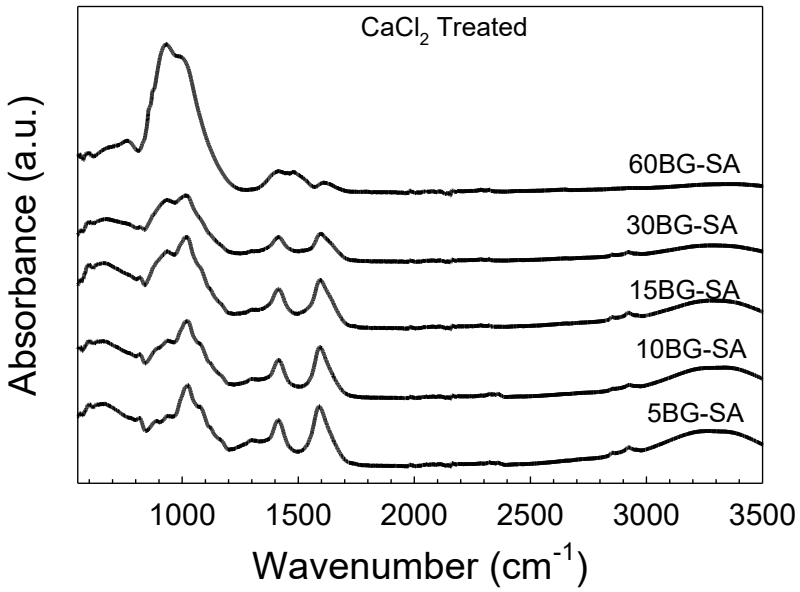
Şekil 2. Çalışma kapsamında hazırlanan liflerin optik mikroskop görüntüleri (a) 0BG-SA; (b) 5BG-SA; (c) 10BG-SA; (d) 15BG-SA; (e) 30BG-SA; (f) 60BG-SA.



Şekil 3. Çalışma kapsamında hazırlanan örneklerin lif çapı dağılımlarını gösteren grafikler (a) 0BG-SA; (b) 5BG-SA; (c) 10BG-SA; (d) 15BG-SA; (e) 30BG-SA; (f) 60BG-SA; (g) biyoaktif cam kompozisyonuna bağlı olarak kompozit liflerin çap değerlerini gösteren grafik.



Şekil 4. Çalışma kapsamında kullanılan (a) sodyum aljinat, (b) 13-93 biyoaktif cam partiküllerinin, (c) hazırlanan katkısız sodyum aljinat mikroliflerin FTIR spektrumları.

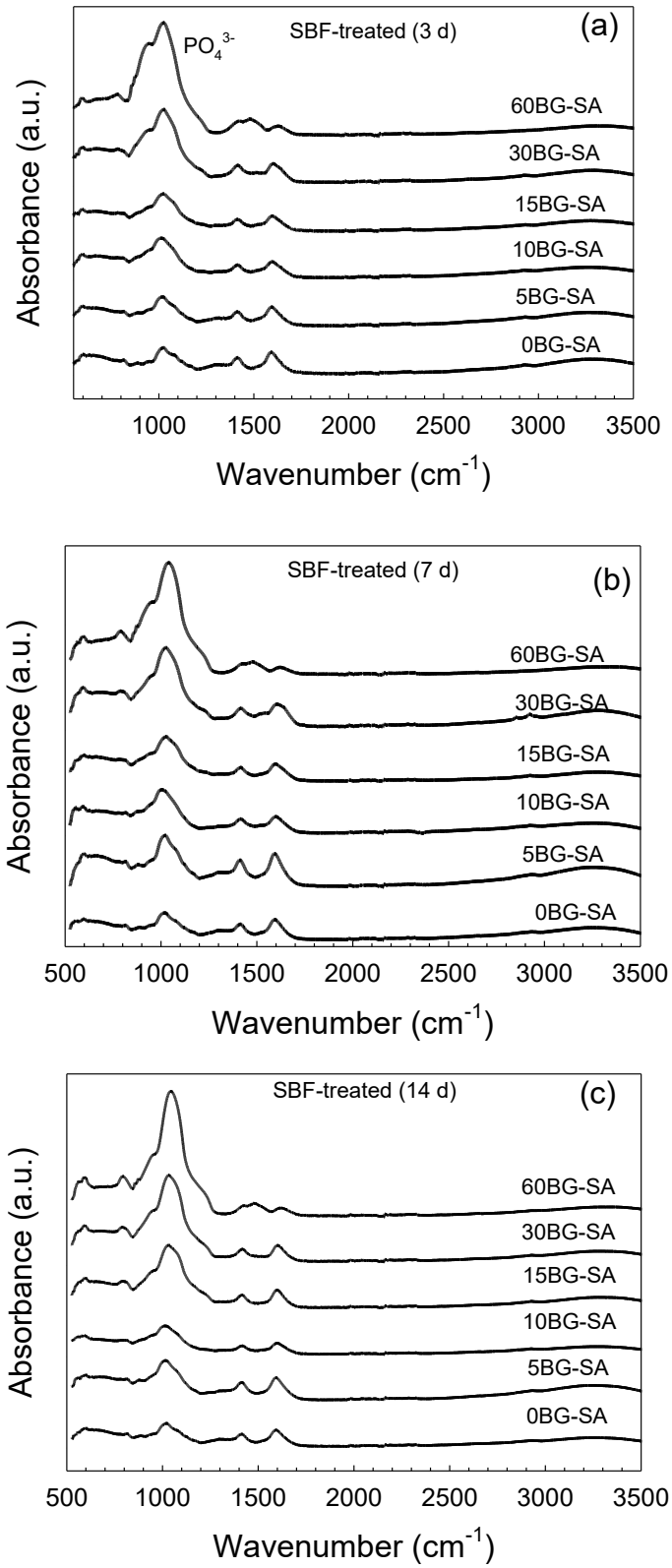


Şekil 5. Farklı konsantrasyonlarda biyoaktif cam tozları içeren SA liflerin, 2%$CaCl_2$ solusyonu içerisinde tutulduktan sonraki FTIR spektrumları.

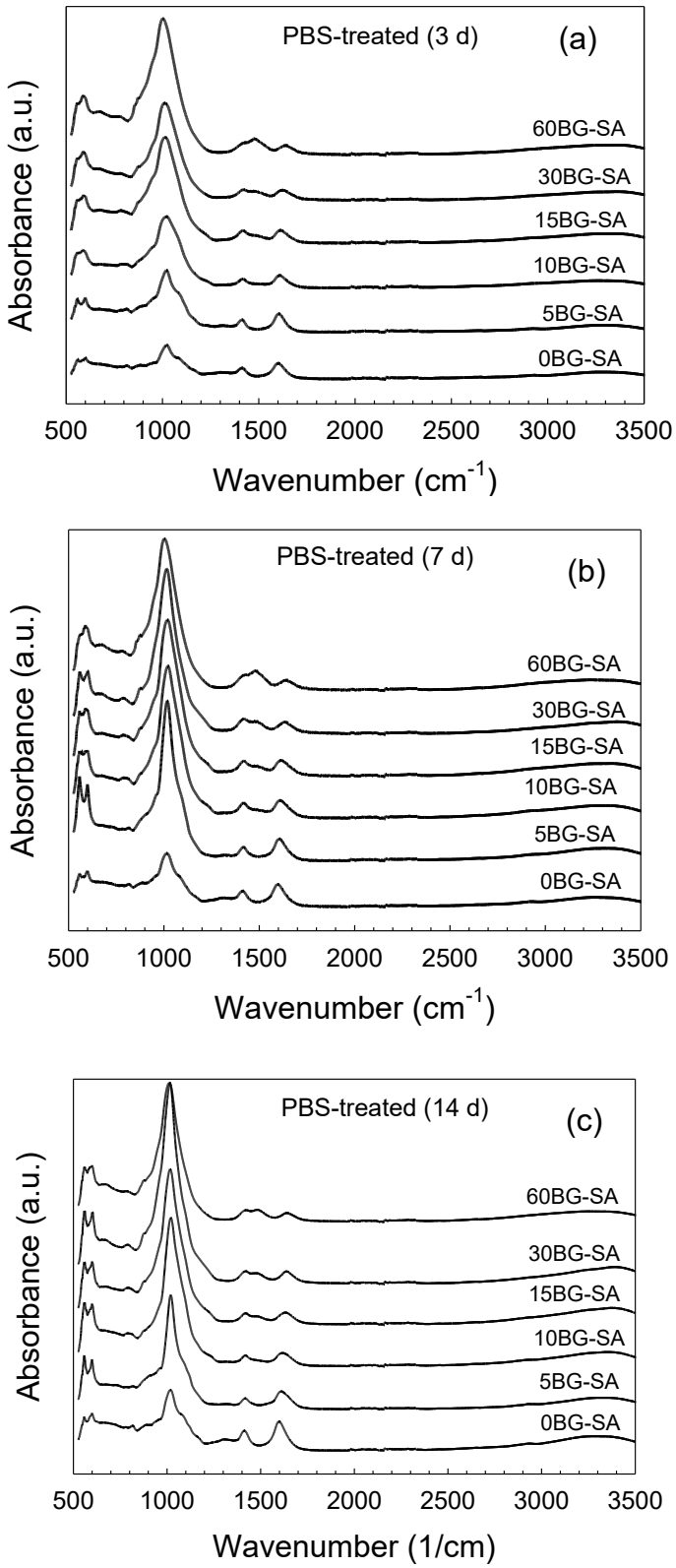
SBF ortamında 3, 7 ve 14 gün bekletilen örneklere ait FTIR spektrumları Şekil 6'da verilmiştir. İlgili spektrumlarda 1039-1050 cm^{-1} bandı, fosfat bağlarının (P—O) asimetrik gerilme titreşimlerine (ν_3) atfedilmiştir. Fosfatın simetrik gerilme moduna (ν_1) ait pik ise 962 cm^{-1} dalga boyundadır. 1460 cm^{-1} dalga boyundaki pik, karboksilat gruplarındaki C—O bağının simetrik (ν_3) ve asimetrik (ν_8) gerilme modlarından kaynaklanmaktadır. 1607-1635 cm^{-1} aralığında görülen bant, sodyum aljinattaki karboksil grubunun negatif yükü ile kalsiyum iyonlarının pozitif yükü arasındaki etkileşimden kaynaklanmaktadır. (Luo vd., 2016; Praveena vd., 2014). 3 gün SBF içerisinde bekletilen örneklerde hidroksiapatit oluşumu gerçekleşmezken, 7 ve 14 gün SBF içerisinde bekletilen %30 ve %60 biyoaktif cam içeren mikroliflerin spektrumunda HA oluşumunu temsil eden piklerin oluştuğu anlaşılmaktadır. İlgili örneklerin spektrumlarında 560 cm^{-1} ve 604 cm^{-1} civarında ve 980-1120 cm^{-1} aralığında ortofosfat PO_4^{3-} grubuna ait piklerin var olduğu görülmektedir (Timchenko vd., 2017; Hossain ve Ahmad, 2023). Ayrıca, 1460 cm^{-1} dalga boyundaki piklerin, karboksilat gruplarındaki C—O bağının simetrik (ν_3) ve asimetrik (ν_8) gerilme modlarının olduğu görülmüştür (Wang vd., 2009).

Diğer yandan PBS ortamında 3, 7 ve 14 gün bekletilen mikrofiberlere ait FTIR spektrumları Şekil 7'de verilmiştir. 3 ve 7 günlük örneklerde 560-603 cm^{-1} dalga boyu aralığında %5 biyoaktif cam konsantrasyonundan itibaren HA oluşumu görülmektedir. 14 günlük örnekte ise 566-603 cm^{-1} dalga boyu aralığında HA oluşumunu işaret eden piklerin şiddetinin arttığı anlaşılmaktadır. 1039-1050 cm^{-1} bandı şiddetinin de, biyoaktif cam içeriği arttıkça arttığı görülmektedir. İnkübasyon süreleri arttıkça da ortofosfat grubunu temsil eden 1039-1050 cm^{-1} bandı şiddetinde artış göstermiştir. 1607-1635 cm^{-1} aralığında görülen, sodyum aljinattaki karboksil grubunun negatif yükü ile kalsiyum iyonlarının pozitif yükü (Luo vd., 2016; Praveena vd., 2014; Wang vd., 2009) arasındaki etkileşimden kaynaklanan bant cam içeriği arttıkça azalmıştır. FTIR analiz sonuçları PBS içerisinde bekletilen örneklerin HA oluşturma hızlarının SBF'de bekletilen örneklere göre çok daha yüksek olduğunu göstermiştir.

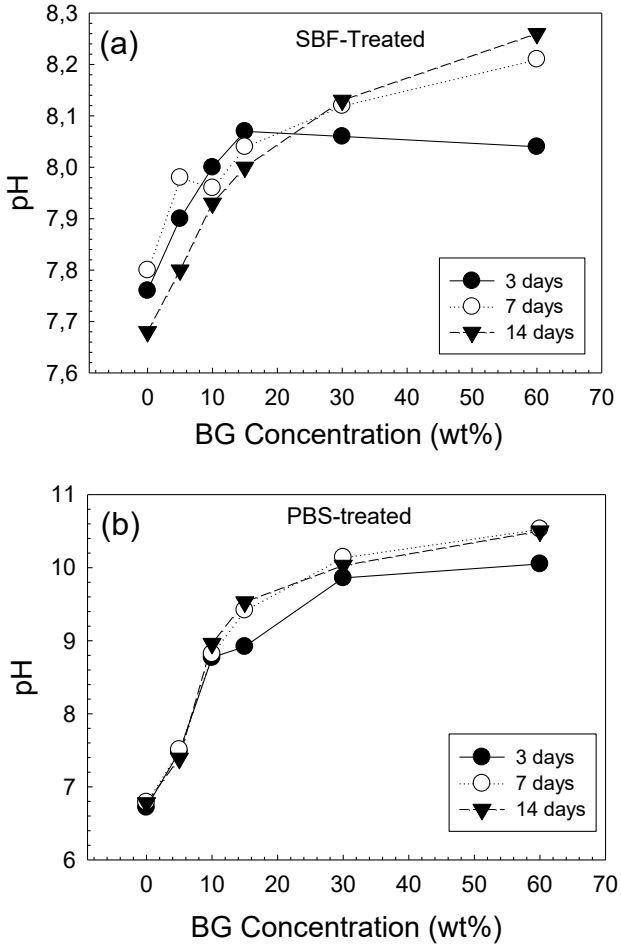
Şekil 8'de içerisinde mikroliflerin tutulduğu fizyolojik sıvıların pH değerlerindeki zamana bağlı değişim gösterilmektedir. Hem SBF hem de PBS içerisinde bekletilen örneklerde artan biyoaktif cam konsantrasyonu ile birlikte ilgili fizyolojik sıvıların pH değerlerinin biyoaktif cam partiküllerinden salınan iyonlara bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. PBS'in pH değerindeki artışın SBF'e göre daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum FTIR analiz sonuçları ile uyumludur.



Şekil 6. SBF içinde farklı sürelerde bekletilen mikroliflerin FTIR spektrumları (a) 3 gün, (b) 7 gün, (c) 14 gün.



Şekil 7. PBS içinde farklı sürelerde bekletilen mikroliflerin FTIR spektrumları (a) 3 gün, (b) 7 gün, (c) 14 gün.



Şekil 8. İçerisinde örnek bekletilen fizyolojik sıvıların pH değerlerindeki değişimleri gösteren grafikler (a) SBF ve (b) PBS. (İlgili sıvıların başlangıç pH değeri 7.4)

4.SONUÇLAR

Çalışma kapsamında ekstrüzyon temelli üç boyutlu basım tekniği kullanılarak farklı oranlarda 13-93 biyoaktif cam tozları içeren sodyum aljinat mikrolifler üretilmiştir. Üretilen mikroliflerin morfolojik, yapısal özellikleri ve in vitro mineralizasyon davranışı incelenmiştir. Sonuçlar, hazırlanan mikrolif çaplarının 282±23 µm ile 385±34 µm aralığında olduğunu göstermiş, artan biyoaktif cam katkısı ile lif çaplarında artış olduğu anlaşılmıştır. SBF ve PBS içerisinde bekletilen kompozit liflerde biyoaktif cam konsantrasyonuna ve zamana bağlı olarak hidroksiapatit oluşumu gerçekleştiği anlaşılmıştır. SBF içerisinde bekletilen ve yüksek biyoaktif cam içeriğine sahip örneklerde 14 günden itibaren, PBS içerisinde bekletilen tüm örneklerde ise 3 günden itibaren HA oluşumunun meydana geldiği anlaşılmıştır.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı (TÜSEB) tarafından 33700 nolu B grubu Ar-Ge projesi ile desteklenmiştir. Yazarlar, sağlanan finansal destek nedeni ile TÜSEB'e teşekkür eder.

5.KAYNAKLAR

Chen, X., Ran, X., Wei, X., Zhu, L., Chen, S., Liao, Z., Xu, K., ve Xia, W. (2024). Bioactive glass 1393 promotes angiogenesis and accelerates wound healing through ROS/P53/MMP9 signaling pathway. *Regenerative Therapy*, 26, 132-144,

Deliormanlı, A.M. ve Yildirim, M. (2016). Sol-gel synthesis of 13-93 bioactive glass powders containing therapeutic agents. *Journal of the Australian Ceramic Society,*52(2), 9–19.

Zhao, F., Zhang, W., Fu, X., Xie, W., ve Chen, X. (2016). Fabrication and characterization of bioactive glass/alginate composite scaffolds by a self-crosslinking processing for bone regeneration. *RSC Advances*, 6, 91201-91208.

Guagnini, B., Medagli, B., Zumbo, B., Cannillo, V., Turco, G., Porrelli, D., ve Bellucci, D. (2024). Alginate-Sr/Mg Containing Bioactive Glass Scaffolds: The Characterization of a New 3D Composite for Bone Tissue Engineering. *Journal of Functional Biomaterials*, 15(7), 183.

Luo, G., Ma, Y., Cui, X., Jiang, L., Wu, M., Hu, Y., Luo, Y., Pan, H., ve Ruan, C. (2017). 13-93 bioactive glass/alginate composite scaffolds 3D printed under mild conditions for bone regeneration. *RSC Advances*, 7, 11880-11889.

Hatton, J., Davis, G. R., Mourad, A.-H. I., Cherupurakal, N., Hill, R. G., ve Mohsin, S. (2019). Fabrication of porous bone scaffolds using alginate and bioactive glass. *Journal of Functional Biomaterials*, 10(1), 15.

Hench, L. L., Splinter, R. J., Allen, W. C., ve Greenlee, T. K., Jr. (1971). Bonding mechanisms at the interface of ceramic prosthetic materials. *Journal of Biomedical Materials Research*, 2, 117-141.

Onoe, H., ve Takeuchi, S. (2015). Cell-laden microfibers for bottom-up tissue engineering. *Drug Discovery Today*, 20(2), 236-246. https://doi.org/10.1016/j.drudis.2014.10.018.

Kokubo, T., ve Takadama, H. (2006). How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity?. *Biomaterials*. 27(15), 2907–2915. https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2006.01.017.

Langer, R. ve Vacanti, J. P. (1993). Tissue engineering. *Science*, 260, 5110, 920–926.

Mehrabi, T., Mesgar, A.S., ve Mohammadi, Z. (2020). Bioactive Glasses: A Promising Therapeutic Ion Release Strategy for Enhancing Wound Healing. *ACS Biomaterials Science and Engineering*, 6, 5399–5430. https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.0c00528.

Nerem, R. M. ve Sambanis, A. (1995). Tissue Engineering: From Biology to Biological Substitutes. *Tissue Engineering*, 1,1 3–13.

Praveena, S.D., Ravindrachary, V., Bhajantri, R.F. ve Ismayil, (2014), Free volume related microstructural properties of lithium perchlorate/sodium alginate polymer composites. *Polymer Composites,* 35,7, 1267-1274.

Rahaman, M. N., Day, D. E., Bal, B. S., Fu, Q., Jung, S. B., Bonewald, L. F., ve Tomsia A.P. (2011). Bioactive glass in tissue engineering. *Acta Biomaterialia*, 7(6), 2355-2373. https://doi.org/10.1016/j.actbio.2011.03.016.

Hossain, S., ve Ahmed, S. (2023). FTIR spectrum analysis to predict the crystalline and amorphous phases of hydroxyapatite: a comparison of vibrational motion to reflection. *RSC Advances*, 13, 14625-14630.

Timchenko, P.E., Timchenko, E.V., Pisareva,E.V., Yu Vlasov, M., Red'kin, N.A., ve Frolov, O.O. (2017) Spectral analysis of allogeneic hydroxyapatite powders. *Journal of Physics: Conference Series*, 784, 012060,

Wang, L., Li, Y., ve Li, C. (2009). In situ processing and properties of nanostructured hydroxyapatite/alginate composite. *Journal of Nanoparticle Research.* 11,691–9.

Xu, F., Dawson, C., Lamb, M., Mueller, E., Stefanek, E., Akbari, M., Hoare, T. (2022). Hydrogels for Tissue Engineering: Addressing Key Design Needs Toward Clinical Translation. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology.* 5,10,849831. https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.849831.

Zhao, X., Hu, D.A., Wu, D., He, F., Wang, H., Huang. L., ve ark. (2021). Applications of Biocompatible Scaffold Materials in Stem Cell-Based Cartilage Tissue Engineering. 9, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.603444.

Zheng, K., Niu, W., Lei, B., ve Boccaccini, A.R. (2021). Immunomodulatory Bioactive Glasses for Tissue Regeneration. *Acta Biomaterialia,* 133, 168–186. https://doi.org/10.1016/j.actbio.2021.08.023.

ISIL İŞLEM UYGULANMIŞ NİKEL TİTANYUM TELLERİN TİCARİ ORTODONTOİK TELLER İLE KIYASLANMASI

Bahri Can ABACI
Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara / Türkiye
Bülent BOSTAN
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Ankara / Türkiye
Gözde ALTUNTAŞ
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Ankara / Türkiye

Öz: Ortodontik diş telleri, genel olarak diş braketleriyle birlikte tanımlansalar da, braketler ile birlikte çalışarak dişlerin hizalanması, döndürülmesi, yeniden konumlandırılması süreçlerinde kuvveti uygulayan araçlardır. Günümüzde en yaygın kullanılan ortodontik teller; Nikel-Titanyum (NiTi) malzemeden yapılan tellerdir. Nikel ve Titanyum elementlerinin belli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen bu teller, süper elastiklik ve şekil hafıza özelliklikleri sayesinde ortodonti alanında kendisine geniş yer bulmuştur. Bakır ilaveli Cu-NiTi teller ise daha kontrollü kuvvet uygulaması ve termal özelliklerinin iyileştirilmesindeki kolaylıklar nedeniyle son zamanlarda tercih edilmeye başlanmıştır. Şekil hafızası ve süperelastik özelliklerin kazanılması için tel, belirli sıcaklıklarda ısıl işleme tabi tutulması gerekmektedir. Bu çalışmada NiTi tellerin çökelti sertleştirme ile süperelastisite ve şekil hafızasının kazandırılması için farklı sıcaklıklarda ısıl işlem uygulanarak yapısal-mekanik özellikleri, tellerin tam östenit dönüşüm sıcaklığı (A_f) parametreleri üzerinde çalışılmış, sıcaklık ve tutma sürelerinin tam östenit dönüşüm sıcaklığı (A_f) üzerine etkisi irdelenmiş ve Cu-NiTi ticari tellerin termal, yapısal ve mekanik özellikleri ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ortodontik tel, NiTi, Hafızalı alaşım, Süperelastise, Cu-NiTi

GİRİŞ ve KURAMSAL ÇERÇEVE

Yüzyıllar boyunca ağız estetiği büyük önem taşımış ve günümüzde hala taşımaya devam etmektedir. Ağız estetiğinin en önemli parçası olan dişlerde meydana gelen, çürüme, düzensizlik ve diş eksikliği gibi kaygılar implantaloji sektörünün gelişmesine sebebiyet vermiştir. 1950lerde ilk implant malzeme deneylerinin başladığı görülmektedir. 1960larda ise İsveçli bilim adamı Brånemark'ın çalışmaları ile birlikte metalik bir biyomalzemenin osseointegrasyonu kavramı ilk kez önerilmiş oldu. Deneysel bir çalışmada, titanyum malzemenin kemik dokusuyla bütünleştiği görüldü ve implantalojide titanyumun kullanımının ilk adımları atılmaya başlandı (Brånemark, 1985). Brånemark'ın çalışmalarından sonra implant olarak titanyum ve titanyum alaşımları araştırmaya değer bir konu olarak ortaya çıkmış ve birçok araştırmacı bu konuda çeşitli çalışmalarda bulunmuştur (Haruyuki,2016). Titanyum

alaşımlarının arasında, diş hekimliği alanında kullanımı yaygın olarak nikel alaşımlı titanyumlar kullanılmaktadır. Genellikle atomik olarak eşit ağırlıkta alaşımlar tercih edilmekle birlikte, yani atomik %50 Ni – atomik %50 Ti, titanyum oranının %55lere kadar çıktığı da görülmektedir. Eş-atomik ağırlıkta nikel ve titanyum düşünüldüğünde, nikel daha ağır bir element olduğundan kompozisyonda kütlece nikel oranı da daha yüksek olmaktadır (Nikel (58,7) ve titanyumun (47,9) farklı atom ağırlıkları nedeniyle, bu alaşım bileşimleri yaklaşık olarak %55 ağırlık oranında nikeldir (Brantley,2020). Bu alaşımın özel bir ticari isim vardır ve Nitinol ismiyle anılmaktadır. 1960'lı yıllarda Amerikan Donanma Mühümmat Labaratuvarı (Naval Ordnance Laboratory) araştırmacılarından William Buehler ve meslektaşları tarafından, o zamanlar ''mekanik hafıza'', günümüzde ise ''şekil bellek özellikli'' alaşımlar üzerinde yaptığı çalışmalar sonucunda NiTi alaşımının şekil hafıza özelliği ortaya koymuştur ve NiTi kısaltmalarına ek olarak NOL eki getirilerek nitinol ismiyle şekil hafızalı nikel tütanyum alaşımı olarak litaratürde yerini almıştır. Bu grup 1968 yılında yaptıkları kapsamlı çalışmalar sonucunda kütlece 55 ve 60 Nikel (55-Nitiol ve 60- Nitinol) alaşımlı titanyum malzemelerle çalışmışlar ve çalışmalarını yayınlamışlardır (Buehler,1968).

S.M. Seyyed Aghamiri ve arkadaşları 2009 yılında yaptıkları bir çalışmada eş atomik NiTi alaşımlı bir markanın tellerini yeniden ısıl işleme tabii tutarak mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Öncesinde süperelastik özellik gösteren bu teller 90 dakika boyunca 1000 °C'de çözeltiye tabi tutuldu ve ardından su ile söndürüldü. Yaşlandırma işlemlerini ise 400 °C'de 10, 30 ve 60 dakika süreyle yaptılar. DSC ve 3 nokta bükme testlerini uyguladılar. Bulguarına göre ısıl işlemden önce ve sırasıyla 400 °C'de 10, 30 ve 60 dakika tutma sürelerinden sonra tam östenit dönüşüm sıcaklığı (Af); 19 °C, 36 °C, 40 °C ve 46 °C olarak ölçülmüştür. Tutma süreleri artıkça tam östenit dönüşüm sıcaklığı (Af) da artış göstermiştir (S.M. Seyyed Aghamiri, 2009). Ticari olarak kullanılan NiTi ve CuNiTi telleri inceleyen bir çalışmada 10 ve 60 dakika boyunca 400 ve 500 °C'de farklı ısıl işlem koşullarına yaşlandırılmış ve hem dönüşüm sıcaklıkları hem de 3 nokta bükme testleri uygulanarak ilk teslim alındığı zamanki tellerin mekanik özellikleri ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalarında Seyyed Aghamiri ve arkadaşları, 400 °C'de 10 dakikalık yaşlandırmadan sonra, ısıl işlem süresinin Ni4Ti3 parçacıklarının çökelmesi için yeterli olmadığı ve böylece B2 ↔ B19″un tek aşamalı dönüşümünün gerçekleştiği ve sonuç olarak telin gerilme toparlanmasının düşük olduğunu bulmuşlardır. Tutma süresi 60 dk olduğunda dönüşüm iki aşamada gerçekleşmekte ve süperelastik davranış iyileşmektedir (S.M. Seyyed Aghamiri, 2010).

Yaşlandırma sıcaklığını 10 dakika boyunca 500 °C'ye çıkararak, daha yüksek atomik difüzyon oranlarını teşvik ettiğinden R fazı dönüşümünü indükleyen çökelti oluşumunu kolaylaştığı görülmüştür. Allafi ve arkadaşlarının da makalesinde geçtiği gibi (Khalil Allafi, 2002) tane sınırları etkisinden dolayı Ni4Ti3 parçacıklarının homojen olmayan çökelmesinin hem ısıtma hem de soğutma döngülerinde 3 aşamalı bir dönüşümle sonuçlandığı görülmektedir (Khalil-Allafi, J., 2002).

Bu çalışma ile literatürden farklı olarak NiTi alaşımlarının ısıl işlem süresine bağlı olarak yapısal, kristalografik ve mekanik özelliklerindeki değişimler takip edilmiştir. Dönüşüm sıcaklıkları ölçülerek Af sıcaklıkları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Cu-NiTi ticari tellerin mekanik ve termal özellikleri incelenerek kendi bulgularımız ile kıyaslanmıştır.

AMAÇ

Çalışmanın temelinde NiTi alaşımının ısıl işlem süresi ile mekanik özelliklerinin optimizasyonu çalışılmış ve ticari olarak hâlihazırda kullanılan Cu-NiTi teller ile kıyaslaması yapılması amaçlanmıştır.

KAPSAM

Projenin kapsamı tamamen dışa bağımlı olunan ortodontik NiTi tellerin standartlara uygun olarak, ülkemizdeki NiTi hammaddesine ısıl işlemler uygulanarak tüm mekanik özellikleri ile ticareleşebilecek ortodontik teller ortaya koyabilmektir. Bu çerçevede, haddelenmiş ve tavlanmış NiTi tellere ısıl işlem uygulayarak, mekanik ve termal özelliklerin belirlenmesi ve ısıl işlemler sonucu oluşan bulguların değerlendirme çalışmaları yapılmıştır.

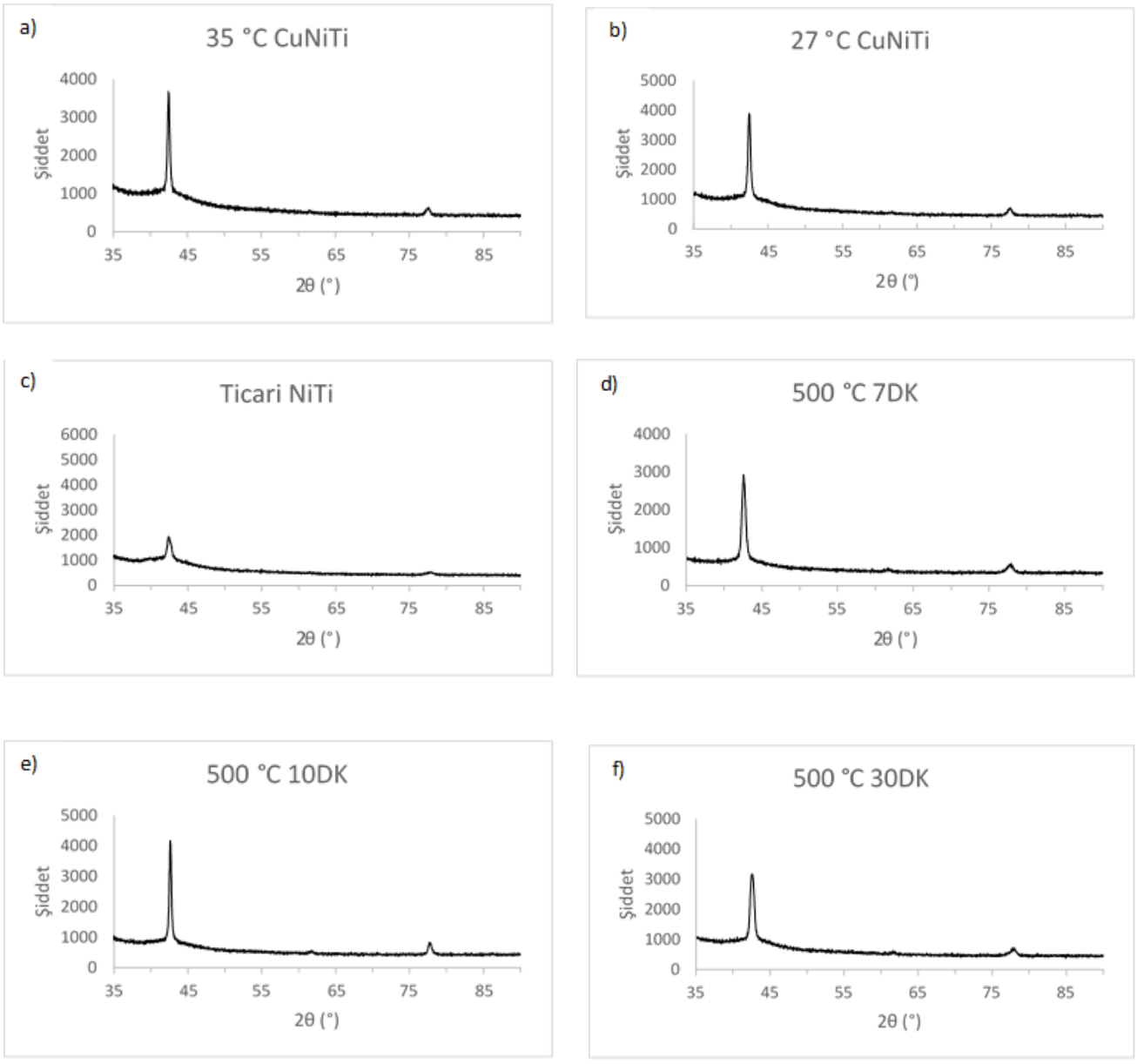
YÖNTEM

NiTi tavlanmış eş atomik 0.45x0.64 (0.017x0.025 inch) kalınlığındaki ikişer adet yaklaşık 10 cm uzunluğundaki tellere 500 °C sabit sıcaklıkta 5, 7, 10, 12 ve 30 dk tutma sürelerinde yaşlandırma ısıl işlemi uygulanmıştır ve ısıtma işleminden sonra malzemeler suda hızlıca soğutulmuştur. Daha sonra numunelerin DSC analizleri ile faz dönüşüm sıcaklıkları tayin edilmiştir. Faz analizleri XRD çalışmaları, içyapı ve elementel analizler için SEM/EDS analizleri, mekanik testler için çekme testleri analiz edilmiştir. NiTi ve Cu-NiTi şekil hafızalı ortodontik tellerin şekil hafıza ısıl işlemleri ve karakterizasyon analizleri Gazi Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği bölümünde gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerin tamamı ticari olarak kullanılan teller üzerinde de uygulanmış ve kıyaslamaları yapılmıştır.

BULGULAR

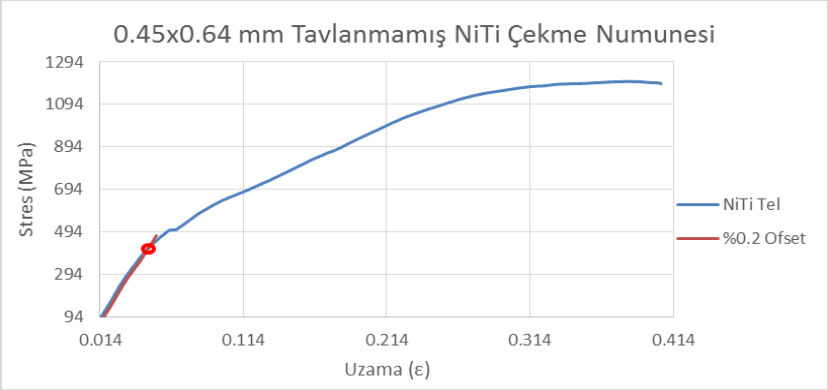
Ticari teller ile ısıl işlem uyguladığımız tellerin XRD analizlerinde büyük ölçüde benzerlik olduğu görülmüştür. Oda sıcaklığında yapılan XRD çalışmalarında iki telin de östenitik ana faz

yapısına sahip olduğu görülmüştür. Şekil 1 XRD sonuçlarını göstermektedir. XRD analizleri sonucunda, yaklaşık 42° ve 78° açılarında B2 östenit fazına ait pikler belirgin şekilde gözlemlenmiştir. Ticari NiTi numunesinde yer alan kırınım pik şiddetlerin ısıl işlemli numunelere kıyasla daha az olduğu görülmüştür. Bu durum ısıl işlem ile faz hacim oranlarında artışın olduğunu kanıtlamaktadır.



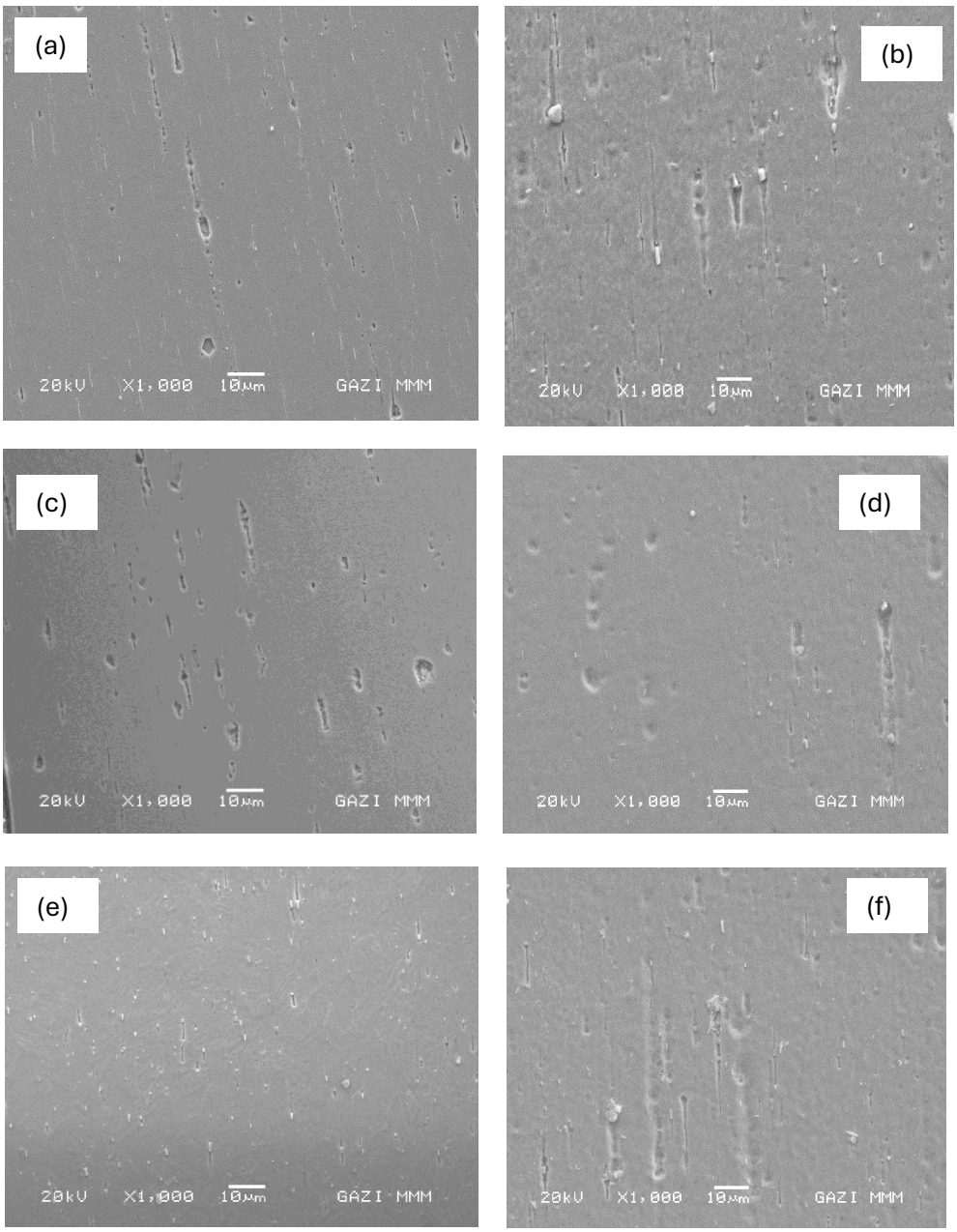
Şekil 1. *a) Ticari 35 °C Cu-NiTi, b) Ticari 27 °C Cu-NiTi, c) Ticari NiTi, d) 500 °C 7DK, e) 500 °C 10DK, f) 500 °C 30DK tellerin XRD grafikleri.*

Isıl işlem yapmadan önce yapılan çekme deneyi 0.45x0.64 mm ebatındaki telin literatürde bahsi geçen ticari NiTi teller ile çok benzer mekanik özellikler ortaya koyduğu görülmüştür. Sekil 2. Stres-Uzama grafiğinin %0.2 ofseti ile verilmiştir. Çekme testi sonuçlarına göre, tavlanmamış NiTi tel için maksimum çekme dayanımı 1202.61 MPa olarak ölçülmüş ve bu değer literatürde bildirilen ticari tellerle büyük oranda uyumluluk göstermektedir. Benzer şekilde, maksimum çekme kuvvetinde 413.46 N yük ve yaklaşık 10.14 mm kopma uzaması elde edilmiştir. Bu sonuçlar, ticari Cu-NiTi tellerin sunduğu değerlerle kıyaslandığında anlamlı bir yakınlık sergilemektedir.



Şekil 2. 0.45x0.64 mm NiTi tavlanmamış telin mühendislik yükleme-uzama grafiği.

Şekil 3 Ticari olarak satılan ve ısıl işlem uyguladığımız NiTi tellerin 1000x büyütmedeki görsellerini içermektedir. Bakır ilaveli olan ticari tel ile ısıl işlem uyguladığımız NiTi telin oda sıcaklığında östenitik matris gösterdiği ancak ısıl işlem uygulanan tellerin bazı intermetalik ve nikelce zengin çökeltiler oluşturduğu bulunmuştur.



Şekil 3. a) Ticari 27 °C Cu-NiTi, b) 500 °C 5 dk, c) Ticari 35 °C Cu-NiTi, d) 500 °C 10 dk, e) Ticari NiTi, f) 500 °C 30DK, tellerin x1000 SEM görüntüleri

Düşük sıcaklık ve tutma sürelerinde genellikle beklenen Ni_4Ti_3 çökeltilerinin, ısıl işlem uygulanmış tellerde görülmediği, beklenen bu çökeltinin sadece Ticari NiTi telinde olduğu ve bu çökeltinin matris içerisinde oldukça ince ve farklı yönelimlerde olduğu, aynı zaman homojen olmayan bir dağılımla yayıldığı söylenebilir. Bu çökeltinin yanında homojen ve küçük boyutlarda NiTi çökeltilerinin varlığı da görülmektedir. Literatürde düşük tutma süresi ve sıcaklıklarda bu çökeltinin oluşmasını matris içerisinde heterojen ve ince dağıldığı konusunda birçok yayın mevcuttur [9].

Bakır ilaveli ticari NiTi tellerde de belirgin olarak Ni_4Ti_3 çökeltiler gözlemlenmemişken, bakır çökeltileri belirgin olarak görülmektedir. Ticari 27 °C, Ticari 35 °C, Ticari 40°C tellerin SEM görüntüleri incelendiğinde dönüşüm sıcaklığı arttıkça yapıdaki bakır çökeltilerinin arttığı ve daha homojen dağıldığı görülmektedir.

DSC analizleri ile elde edilen sonuçlar, 500 °C sıcaklıkta tutulan örneklerin Af dönüşüm sıcaklıklarında belirgin bir azalma olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin; 500 °C 7 dk tutulan örnekte Af sıcaklığı 40 °C, 10 dk için 39 °C ve 30 dk için 33 °C olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, bakır ilavesiz NiTi tellerin, uygun ısıl işlem koşulları altında CuNiTi tellerle benzer dönüşüm sıcaklıklarına sahip hale getirilebileceğini göstermektedir

Tablo 1. Isıl İşlem uygulanmış NiTi tellerin Af dönüşüm sıcaklıkları.

	CuNiTi 40 °C	**CuNiTi 35 °C**	**CuNiTi 27 °C**	**Ticari NiTi**	**500 °C 2dk**	**500 °C 7dk**	**500 °C 10dk**	**500 °C 30dk**
Af	40 °C	30 °C	27 °C	33 °C	-	40 °C	39 °C	33 °C

SONUÇ

Özellikle 500 °C'de 7–10 dk aralığında yaşlandırılmış teller, hem dönüşüm sıcaklıkları hem de yapısal özellikler bakımından ticari Cu-NiTi tellerle büyük benzerlik göstermektedir. Ancak 30 dk süre ile işlem görmüş numunelerin bazı özelliklerinde bozulma işaretleri ortaya çıkmıştır. Bu bulgular ışığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. NiTi tellerin 500 °C sıcaklıkta 7–10 dakika arası yaşlandırılması, hem termal hem de yapısal özellikler açısından optimum sonuçlar vermektedir.

2. 30 dakika gibi uzun tutma süreleri çökelti oluşumunu artırmakta, ancak bu çökeltiler XRD piklerini zayıflatmakta ve DSC analizlerinde Af sıcaklığının daha fazla düşmesine sebep olmaktadır.

3. SEM sonuçları göstermiştir ki, çökeltilerin homojenliği ve boyutu yaşlandırma süresiyle doğrudan ilişkilidir. Bu parametrenin dikkatli kontrolü gerekmektedir.

4. CuNiTi tellerde gözlemlenen düşük termal histerezis değerleri, NiTi tellerde de ulaşılabilir olup klinik uygulamalar açısından olumlu sonuçlar doğurabilir.

5. Gelecekteki çalışmalarda, farklı çaplara ve geometriye sahip tellerin benzer ısıl işlemlerle incelenmesi ve klinik testlerle desteklenmesi önem arz etmektedir.

Sonuç olarak, uygun ısıl işlem parametreleriyle CuNiTi tellerin termomekanik özelliklerini taklit eden NiTi teller üretilebilmiştir. Ancak bu başarıyı kalıcı hale getirebilmek adına, prosesin tekrarlanabilirliğinin sağlanması ve ileri karakterizasyon çalışmalarıyla desteklenmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Programı tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası FYL-2024-9902). Yazarlar Gazi Üniversitesi'ne mali destekleri ve laboratuvar olanaklarının sağlandığından dolayı minnettardır.

KAYNAKÇA

1. Aghamiri, S. M. S. (2009). The mechanical and thermal behaviors of heat-treated Ni-rich NiTi orthodontic archwires.
2. Aghamiri, S. M. S. (2010). Combined effects of different heat treatments and Cu element on transformation behavior of NiTi orthodontic wires.
3. Bellini, H. (2016). Comparison of the superelasticity of different nickel–titanium orthodontic archwires and the loss of their properties by heat treatment. Journal Name, Volume(Issue), pages.
4. Brånemark, P. I., Zarb, G. A., & Albrektsson, T. (1985). Tissue integrated prostheses. Quintessence Publishing.
5. Brantley, A. (2020). Evolution, clinical applications, and prospects of nickel-titanium alloys for orthodontic purposes. Journal Name, Volume(Issue), pages.
6. Buehler, W. J., & Wang, F. E. (1968). A summary of recent research on the Nitinol alloys and their potential application in ocean engineering. Ocean Engineering, 1(1), 105–120.
7. Gil, F. J., & Planell, J. A. (1999). Effect of copper addition on the superelastic behavior of Ni–Ti shape memory alloys for orthodontic applications. Materials Science and Engineering: A, 273–275, 784–788.
8. Kawahara, H. (2016). The history and concept of implant. In Dental implants, Part-1 (Chap. 1). The Institute of Clinical Materials.
9. Khalil-Allafi, J. (2002). Ni_4Ti_3-precipitation during aging of NiTi shape memory alloys and its influence on martensitic phase transformations. Materials Science and Engineering: A, 378(1–2), 161–165.
10. Miyazaki, S., & Sachdeva, R. (1990). Superelastic Ni–Ti alloys in orthodontics. Journal Name, Volume(Issue), pages.

İHMAL EDİLMİŞ BİR ÜRÜN OLAN BAMYA'DA ISLAH ÇALIŞMALARI

Tuğçe ÖZSAN KILIÇ
Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 07070 Antalya
ORCID: 0000-0002-3265-6886
Ahmet Naci ONUS
Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 07070 Antalya
ORCID: 0000-0001-8615-1480

ÖZET

Bamya, dünya genelinde önemli bir sebze bitkisi olup birçok bölgede yetiştirilmektedir. Bamya üretiminin %99'undan fazlası, özellikle Afrika ülkelerinde düşük verimle (2,25 ton/ha) gerçekleştirilen Asya ve Afrika'daki gelişmekte olan ülkelerde yapılmaktadır. Diğer ürünlerle kıyaslandığında sağlık yönünden pek çok olumlu etkisi olmasına rağmen üzerinde çok az araştırma yapıldığından dolayı ihmal edilen ürünler arasında yer almaktadır. Örneğin bamya, yaz mevsiminde düşük tohum çimlenmesi ve 42 °C'nin üzerindeki yüksek sıcaklıklarda çiçek dökme gibi çeşitli üretim problemleriyle karşı karşıyadır. Sarı damar mozaik hastalığı, yaprak kıvrılma hastalığı, meyve kurdu ve kök-ur nematodu gibi hastalık ve zararlıların istilası, bamya veriminde ciddi kayıplara neden olmaktadır. Bamyanın yabani akrabaları arasında geniş bir genetik varyasyon bulunmasına rağmen, melezleme engelleri nedeniyle bu problemlerin üstesinden gelmek için önemli bir gelişme sağlanamamıştır. Bu makalede belirtilen bu sorunlara çözüm üretmek başta olmak üzere bamya ıslah çalışmalarına değinilmiş ve gerek klasik ve gerekse modern ıslah yöntemlerinin bamya ıslahında kullanılması üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: bamya, *Abelmoschus esculentus* L., sebze ıslahı, bamya ıslahı

BREEDING EFFORTS IN OKRA, A NEGLECTED PRODUCT

ABSTRACT

Okra is an important vegetable plant worldwide and is grown in many regions. More than 99% of okra production is carried out in developing countries in Asia and Africa, especially in African countries, where it is produced with low yields (2.25 tons/ha). Although it has many positive effects in terms of health compared to other products, it is among the neglected products because very little research has been done on it. For example, okra faces various production problems such as low seed germination in summer and flower drop at high temperatures above 42 °C. Infestation by diseases and pests such as yellow vein mosaic disease,

leaf curl disease, fruit worm and root-knot nematode cause serious losses in okra yield. Although there is a wide genetic variation among the wild relatives of okra, no significant progress has been made to overcome these problems due to hybridization barriers. In this article, okra breeding studies were discussed, especially to find solutions to these problems, and the use of both classical and modern breeding methods in okra breeding was emphasized.

Keywords: okra, *Abelmoschus esculentus* L., vegetable breeding, okra breeding

1.GİRİŞ

Ülke ve dünya genelinde nüfus her yıl artmaktadır. 2040 yılına kadar küresel insan nüfusunun 9,1 milyara ulaşması beklenmektedir (Randers 2012). Ancak, tarım arazilerinin hızla azalması, küresel olarak artan nüfusu yeterli şekilde besleyebilmek için tarımsal verimliliğin ve yüksek verimli çeşitlerin artırılması yönünde baskı oluşturmaktadır. Aynı zamanda, tarım sektörü iklim değişikliğine en duyarlı sektörlerden biridir. Değişen iklim koşullarında, ürün kayıpları, verim ve kalite düşüşleri ile zararlı ve hastalık problemlerinde artış yaygın olarak görülmektedir (Koundinya ve ark. 2014). Sonuç olarak, yeni çeşitlerin geliştirilmesi uzun zaman alan geleneksel yöntemlerle yürütüldüğünden, süreci hızlandırmak için hızlı ıslah veya hızlandırılmış ıslah yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Comeau ve ark. 2001; Forster ve ark. 2014; Watson ve ark. 2018).

Mendel'in genetik ilkelerinin keşfinden bu yana, bitki ıslahı yöntemleri sürekli olarak gelişmektedir. Bitki ıslahı dinamik bir süreç olmaya devam etmekte ve giderek daha fazla disiplinler arası bilimlere dayanmaktadır (Forster ve ark. 2014). Günümüzde, yeni çeşitlerin hızlı bir şekilde geliştirilmesi amacıyla hızlı ıslah veya hızlandırılmış ıslah yöntemleri ıslahçılar arasında önem kazanmaktadır. Tamamen kapalı, kontrollü çevreye sahip büyüme odalarında gerçekleştirilen hızlı ıslah uygulamaları, araştırma amaçlı bitki gelişimini hızlandırarak, yetişkin bitki özelliklerinin fenotiplendirilmesi, mutant çalışmaları ve genetik dönüşüm çalışmalarına olanak tanımaktadır (Watson ve ark. 2018).

Etkili bir seleksiyon sürecinin gerçekleşmesi için en temel ön koşul varyasyondur. Arzu edilen özellikler için varyasyonun oluşturulması, fiziksel veya kimyasal mutajenler aracılığıyla mümkündür ve mevcut genetik materyal içinde belirli bir özellik açısından yeterli varyasyon bulunmadığında ya da melezleme engelleri nedeniyle geleneksel yöntemlerle kullanılabilir kaynaklardan faydalanılamadığında bir çözüm sunar. Anter/ovül kültürü yoluyla haploid bitkilerin geliştirilmesi ve bunu takip eden kromozom katlaması ile çift haploidlerin elde edilmesi gibi doku kültürü yöntemleri, homozigot genotiplerin geliştirilmesinin en hızlı yollarından biridir. Moleküler biyoloji tekniklerinin gelişmesiyle birlikte, genotipik verilere

dayalı olarak üstün genotiplerin seçilmesi mümkün hale gelmiştir. Markör destekli seleksiyon, ayrışan nesillerde istenilen allellere sahip genotiplerin erken büyüme aşamalarında belirlenmesine ve seçilmesine yardımcı olarak, büyük popülasyonların yönetiminde zaman tasarrufu sağlamaktadır. Gen dönüşüm teknolojileri, ilgisiz organizmalardan bitkilere gen aktarımını mümkün kılarak yeni yollar açmıştır. Fenomik tesislerde gerçekleştirilen yüksek verimli fenotiplendirme, bitkilerin farklı çevresel faktörlere tepkilerini incelemeyi destekler ve çeşitli çevresel koşullarda iyi performans gösteren genotiplerin seçimini kolaylaştırır.

Bamya, dünya genelinde önemli bir sebze bitkisi olup birçok bölgede yetiştirilmektedir. Hindistan, ortalama 6,1 milyon ton üretim ve 11,6 ton/ha verimlilikle en büyük bamya üreticisi konumundadır. Bamya üretiminin %99'undan fazlası, özellikle Afrika ülkelerinde düşük verimle (2,25 ton/ha) gerçekleştirilen Asya ve Afrika'daki gelişmekte olan ülkelerde yapılmaktadır (Mishra ve ark. 2017). Bamya, yaz mevsiminde düşük tohum çimlenmesi ve 42 °C'nin üzerindeki yüksek sıcaklıklarda çiçek dökme gibi çeşitli üretim problemleriyle karşı karşıyadır (Dhankhar ve Mishra 2004). Sarı damar mozaik hastalığı (yellow vein mosaic disease), yaprak kıvrılma hastalığı (enation leaf curl disease), meyve kurdu (fruit borer) ve kök-ur nematodu (root-knot nematode) gibi hastalık ve zararlıların istilası, bamya veriminde ciddi kayıplara neden olmaktadır. Bamyanın yabani akrabaları arasında geniş bir genetik varyasyon bulunmasına rağmen, melezleme engelleri nedeniyle bu problemlerin üstesinden gelmek için önemli bir gelişme sağlanamamıştır.

2.GELENEKSEL ISLAHTA SELEKSİYON NESİLLERİNİN HIZLANDIRILMASI

Bamyada ıslah çalışmaları için en yaygın kullanılan yöntem pedigre yöntemi olup, arzu edilen özelliklere sahip homozigot bir genotipin geliştirilmesi genellikle sekiz ila on nesil sürmektedir. Bu hızda bir iyileştirme ile küresel talebi kısa sürede karşılamak zor olmaktadır. Pirinç, buğday, darı ve hardal gibi tahıl ve yağlı tohum bitkileriyle karşılaştırıldığında, sebze bitkilerinde, özellikle bamyada hızlı ıslah yöntemleri yeterince teşvik edilmemiştir. Geleneksel ıslah sürecinin hızlandırılmasına yönelik olasılıklar aşağıda açıklanmıştır.

2.1.Çiçeklenme Manipülasyonu

Bir yıl içinde yetiştirilebilecek nesil sayısı, bitkinin büyüme süresine bağlıdır. Her nesil, önceki nesilden tohumların ekimi ile başlar ve sonraki nesil için tohumların toplanmasıyla tamamlanır. Eğer bu süre erken çiçeklenme ve tohum oluşumu sağlanarak kısaltılabilirse, bir yıl içinde daha fazla nesil elde edilebilir. Örneğin, hızlı ıslah yöntemi, normal sera koşullarında iki ila üç nesil elde edilebilen ilkbahar buğdayı (*Triticum aestivum*), makarnalık buğday (*T. durum*), arpa (*Hordeum vulgare*), nohut (*Cicer arietinum*) ve bezelye (*Pisum sativum*) için yılda altı nesil,

kanola (*Brassica napus*) için ise dört nesil üretmeyi mümkün kılmaktadır. Bu, fotoperiyotun manipüle edilmesiyle erken çiçeklenmenin teşvik edilmesi sayesinde sağlanmaktadır (Watson ve ark. 2018).

Bamyada fotoperiyot manipülasyonu yoluyla erken çiçeklenmeyi teşvik etmeye yönelik çalışmalar yapılmamıştır. Bamya gün nötr bir bitki olduğundan, fotoperiyot manipülasyonu ile erken çiçeklenmeyi sağlamak zor olabilir; ancak hormonal ilaçlama bu konuda etkili bir yöntemdir. 100 ppm cycocel çözeltisiyle tohumların ıslatılması ve ardından aynı düzenleyicinin yapraklara püskürtülmesi, %50 çiçeklenme süresini 38 güne düşürmüş, kontrol grubu ve su ile ıslatılan tohumlarda ise bu süre 48 gün olarak kaydedilmiştir (Arora ve Dhankar 1992).

Önceki literatürden anlaşılmaktadır ki, büyüme düzenleyiciler bamyanın erken çiçeklenmesini teşvik etmekte ve böylece ıslahçıların melezleme yaparak erken tohum toplamasına olanak tanımaktadır. Ebeveynlerin kontrollü koşullarda yetiştirilmesi, erken çiçeklenme ve tohum oluşumuyla birleştirildiğinde, bamyada yıllık nesil sayısının artırılmasını kolaylaştıracaktır.

2.2.Doubled Haploid Bitkiler

Geleneksel ıslahın, özellikle pedigre ve bulk yöntemleri gibi ayrışan nesillerde seleksiyona dayalı yöntemlerin zaman alıcı olduğu bilinmektedir. Bu yöntemler, %99,22 homozigot hatların elde edilmesi için yedi nesil gerektirir. Ayrıca, bu süreç zahmetli olup her yıl elle kendileme yapılmasını gerektirir. Ancak, polen/ovül kültürü ile haploid bitkilerin geliştirilmesi ve ardından kromozomlarının iki katına çıkarılması, %100 homozigot bitkilerin daha kısa sürede elde edilmesini sağlar.

Haploid bitkiler, genetikçiler ve bitki ıslahçıları için büyük ilgi görmektedir, çünkü heterozigot koşullarda genleri inceleme fırsatı sunar ve yeni mutasyonların tanımlanmasını kolaylaştırır. Haploidler, her lokusta sadece tek bir alel seti taşıdıklarından, kromozomların iki katına çıkarılmasıyla tamamen homozigot ve homojen hatlar elde etmek mümkündür. Bu yöntem, özellikle resesif genlerin etkilerini incelemek açısından oldukça faydalıdır ve geleneksel yöntemlere kıyasla çok daha fazla zaman kazandırır.

1980'lerin başında, androgenesisin (erkek gametlerden embriyo gelişimi) indüksiyonu için anter kültürü gibi *in vitro* tekniklerin geliştirilmesi, haploid bitki üretimine olan ilgiyi artırmıştır (Bajaj 1983; Hu 1985). İbrahim (2016), bamyada haploid geliştirme çalışmalarını incelemiş ve en yüksek yanıtı, ortalama %95 kallus indüksiyonu ile MS besin ortamında elde etmiştir. 28 gün boyunca karanlıkta inkübasyon, %92,5 oranında kallus ve kök oluşumunu sağlamış ancak çeşitli denemelere rağmen sürgün gelişimi sağlanamamıştır. Bu nedenle, bamyada etkin bir androgenesis/gynogenesis protokolü oluşturmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç

duyulmaktadır. Double haploidlerin sunduğu avantajlardan faydalanarak hızlandırılmış ıslahın sağlanması için bu çalışmaların ilerletilmesi gerekmektedir.

2.3.Çok Lokasyonlu Denemeler

Geleneksel ıslah çalışmalarında, çok lokasyonlu denemeler homozigotluk sağlandıktan sonra, yani genellikle yedi ila sekiz nesil kendilemeden sonra yapılmaktadır. Geleneksel çok lokasyonlu denemelerde, çeşit performansının yıllar ve bölgeler arasında tutarlı olması beklenirken, bu genellikle başarısız olmaktadır (Comeau ve ark. 2001). Bunun nedeni, belirli bir bölgede geliştirilen çeşitlerin genellikle sadece o bölgeye uyumlu olmasıdır. Bu hatlar farklı lokasyonlarda denendiğinde, çevresel faktörler, zararlı ve hastalık baskıları ile toprak yapısındaki fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal farklılıklar nedeniyle performansları genellikle düşük olmaktadır. Tüm bu faktörlerin kümülatif etkisi, verimde azalmaya ve dolayısıyla çok lokasyonlu adaptasyonun zayıflamasına neden olmaktadır.

Erken çok lokasyonlu denemelerin amacı, verim potansiyelini artırmaktan ziyade verimi stabilize etmektir. Ancak, bu süreç sonunda geliştirilen çeşitler hem yüksek verim hem de verim stabilitesini bir arada sunmaktadır (Comeau ve ark. 2001). Geleneksel olarak, çok lokasyonlu denemeler yalnızca arzu edilen homozigot hatlar geliştirildikten sonra başlatılır ve bu süreç, çeşitlerin tescili ve üretime sunulması sürecini 3–4 yıl daha uzatmaktadır.

Bu yöntem, ayrışan nesillerin erken dönemde farklı lokasyonlarda yetiştirilmesini önererek, ıslahçıların stabil genotipleri erken aşamada belirlemesine olanak tanır. Bu sayede, tek bir lokasyonda yapılan 7–8 yıllık seleksiyon sürecinin ardından ek birçok lokasyonlu deneme sürecine gerek kalmadan zaman tasarrufu sağlanmış olur.

2.4.Markör Destekli Seleksiyon

Moleküler markörler, belirli bir gen bölgesinin varlığını veya yokluğunu, ilgili özelliğin fenotipik olarak ortaya çıkmasını beklemeden doğrulama imkânı sunarak genotiplerin erken seleksiyonunu mümkün kılar. Ancak, bamya ıslahında moleküler markörlerin kullanımı oldukça sınırlıdır. Bunun temel nedenleri şunlardır:

1. Bamya için yeterli moleküler markör geliştirilmemiştir.
2. Genetik harita veya diğer moleküler araçlar mevcut değildir.
3. Bamyanın poliploid yapısı ve büyük genom boyutu (~1600 Mb), genetik haritalama çalışmalarını zorlaştırmaktadır (Mishra ve ark. 2017; Jatav ve ark. 2018).
4. Markör geliştirme çalışmaları oldukça sınırlıdır ve çoğunlukla çeşit karakterizasyonuna odaklanmıştır (Mishra ve ark. 2017).
5. Genomik ve transkriptomik çalışmalar açısından, poliploid yapı nedeniyle büyük boyutlu transkriptomların de novo montajı oldukça zordur (Gruenheit ve ark. 2012).

Bamya dokusunda yüksek miktarda müsilaj içeren asidik polisakkaritler (özellikle poligalakturonik asit) bulunması nedeniyle, DNA izolasyonu ve saflaştırma için uygun bir protokol henüz geliştirilmemiştir (Ahmed ve ark. 2013). Hücre lizisi sırasında, nükleik asitler bu polisakkaritlerle reaksiyona girerek, proteinler ve nükleik asitlere bağlanan kahverengi jelatinimsi bir madde oluşturur. Bu durum, izole edilen DNA'nın verim ve saflığını düşürmekte ve ayrıca kısıtlama enzim kesimleri, PCR ve *in vitro* işaretleme gibi biyoteknolojik uygulamaları sınırlamaktadır (Sahu ve ark. 2012).

Ancak, Patil ve ark. (2018), YVMV (Sarı Damar Mozaik Virüsü) dayanıklı genotipleri belirleme konusunda başarılı olmuştur. Bu çalışmada, bamya bitkilerindeki virüs DNA'sını çoğaltmak için iki primer kullanılmış ve 18 farklı bamya genotipi taranmıştır. Sonuç olarak, duyarlı ve dayanıklı genotipler ayrıştırılabilmiştir. Bu çalışma, primerlerin bitki büyümesinin erken aşamalarında dayanıklı genotipleri belirlemek için kullanılabileceğini göstermiştir.

Genel olarak, bamya ıslahında markör destekli seleksiyonun daha yaygın kullanımı için daha fazla moleküler araç geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

2.5.Heterozis Islahı

Heterozigot canlıların melezlenmesiyle elde edilen F_1 neslinde hibrit gücü (heterozis) görülmektedir. F_1 neslinde üstün bireyler seçildiği için, pedigre ıslahına kıyasla büyük ölçüde zaman tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca, hibritler ekonomik açıdan önemli çeşitli özellikler bakımından üstün performans sergilemektedir. Bamyanın farklı karakterleri üzerinde geniş bir heterozis aralığı birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.

Hibrit gücü, sarı damar mozaik virüsü (YVMV) hastalığına dayanıklı hibritlerin geliştirilmesi için de kullanılmıştır. Ancak, heterozisin pratikte kullanımı bamya için oldukça sınırlıdır. Heterozisin önemi, ancak mevcut en iyi ticari çeşitler üzerinde iyileştirme sağladığında anlam kazanmaktadır. Hamon ve Charrier (2001), Hindistan çeşitlerinde yapılan genetik çalışmaların birçok özelliğin additif (birikimli) kalıtımla geçtiğini ve çiçeklenme süresi, bitki başına meyve sayısı, bitki boyu ve dal sayısı açısından bazen hafif baskınlık gösterdiğini belirtmiştir. Çoğu durumda, genel kombinasyon yeteneği (GCA) baskın olmakla birlikte, bazı özel kombinasyonlar meyve dalı sayısı, meyvede tohum sayısı, meyve uzunluğu ve çapı açısından dikkate değer olabilir.

3.GELENEKSEL OLMAYAN ISLAH YÖNTEMLERİ

Daha önce belirtildiği gibi, geleneksel ıslah yöntemleri zaman alıcı ve zahmetlidir. Geleneksel ıslahın başarısı, mevcut genetik varyasyonun miktarına, varyasyon kaynaklarına, üreme sistemlerine ve türler arasındaki uyumluluğa bağlıdır. Bamya, geniş bir genetik tabana sahip

olmasına rağmen, poliploidi (çok kromozomlu yapı) ve melezleme engelleri nedeniyle bu potansiyelin kullanımı genellikle zordur.

Örneğin, sarı damar mozaik virüsü (YVMV), subtropikal ve tropikal bölgelerde beyaz sinekler aracılığıyla yayılan en ciddi bamya hastalıklarından biridir. Başlangıçta, Batı Bengal'den toplanan IC1542 dayanıklı hattı, iki resesif alel aracılığıyla bağışıklık sağlayarak hastalık belirtisi göstermeyen Pusa Sawani çeşidinin geliştirilmesinde kullanılmıştır (Singh ve ark. 1962). Daha sonra, Japonya'dan getirilen *Abelmoschus manihot* (L.) Medik, Gana'dan getirilen *Abelmoschus manihot* (L.) Medik ssp. *manihot* ve *Abelmoschus tetraphyllus* Wall gibi üç YVMV dayanıklı tür, kültüre alınan *Abelmoschus esculentus* ile melezleme programına dahil edilmiştir.

Ancak, bu yabani türlerin çoğu, virüs belirtilerini maskeleyerek yalancı direnç göstermekte ve zamanla virüs bu çeşitlerde direnci kırabilmektedir (Nariani ve Seth 1958; Dhankhar ve Mishra 2004). *Abelmoschus pungens*'in YVMV'ye karşı gerçek direnç gösterdiği bildirilmiştir; ancak, bu tür, *Abelmoschus esculentus* ile kısır hibritler üretmektedir (Pal ve ark. 1952).

• *Abelmoschus manihot* ssp. *manihot*'ta YVMV'ye direnç, iki tamamlayıcı gen tarafından kontrol edilmektedir (Thakur 1976).

• Dhankhar ve ark. (2005), YVMV direncinin iki baskın tamamlayıcı gen tarafından sağlandığını bildirmiştir.

• Sharma ve ark. (1987), bu türde poligenik kontrolün mümkün olabileceğini öne sürmüştür.

• Jambhale ve Nerkar (1981), *Abelmoschus manihot*'ta tek baskın bir genin direnci sağladığını belirtmiştir.

Kültüre alınan türlerde YVMV'ye karşı direnç genellikle kararsızdır ve geliştirilmiş çeşitlerde direnç sıklıkla bozulmaktadır. Bu nedenle, biyoteknolojik araçları içeren geleneksel olmayan ıslah yöntemleri kullanılarak, biyotik streslere dayanıklı ön ıslah hatlarının geliştirilmesi zorunluluk haline gelmiştir (Singh ve ark. 2007; Shetty ve ark. 2013).

Yaprak kıvrılma hastalığı da (enation leaf curl virüs, ELCV) 1984 yılında bildirilmiş ve özellikle Hindistan'ın güney eyaletlerinde bamya üretimine ciddi zararlar vermektedir. Kültüre alınmış genetik materyaller arasında ELCV'ye karşı direnç kaynağı henüz bulunamamıştır. Ancak, bazı yabani türler (*Abelmoschus crinitus*, *A. ficulneus*, *A. angulosus* ve *A. manihot*) ELCV'ye karşı stabil ve güvenilir direnç kaynakları olarak tanımlanmıştır (Singh ve ark. 2007, 2009).

Ancak, bu dayanıklı yabani türlerden gen aktarımı, kısırlık sorunları nedeniyle oldukça zordur. Geri çaprazlama yapmak veya sonraki nesilleri üretmek çoğu zaman mümkün olmamaktadır (Yadav ve ark. 2018). Örneğin, *A. ficulneus* ile yapılan melezlemelerde meyve tutumu sağlanamamış, *A. moschatus* ile yapılan çaprazlamalarda ise hibrit yaşama yeteneği sorun oluşturmuştur (Rajamony ve ark. 2006).

3.1.Mutasyon Islahı

Mutasyon, bir organizmanın genetik yapısında, ayrışma ve rekombinasyon dışında aniden meydana gelen kalıtsal bir değişikliktir. En yaygın kullanılan mutajenler gama ışınları ve etil metan sülfonat (EMS) olup, mutasyon ıslahı mevcut genetik materyal içinde istenilen özellik için yeterli varyasyon bulunmadığında veya uyumsuzluk engelleri nedeniyle kullanılamadığında yararlı olmaktadır. Bu gibi durumlarda, uygulamalı mutagenez istenen özellikler için varyasyon yaratmada yardımcı olmaktadır. Ayrıca, seleksiyon doğrudan birinci mutajenik nesilde (M_1) başlarken, pedigre ıslahında üçüncü yılda (F_2) başlamaktadır; bu da ıslah sürecini hızlandırmaktadır. Popülasyon değişkenliği açısından, mutasyon ıslahındaki ikinci nesil (M_2), pedigre ıslahındaki üçüncü nesil (F_2) ile karşılaştırılabilir. Forster ve ark. (2014) tarafından belirtildiği üzere, mutasyon ıslahı yoluyla çeşitlerin erken dönemde tescili mümkündür, çünkü zaten tercih edilen ya da benimsenmiş bir çeşidi, elit genetik altyapıyı hafifçe değiştirerek iyileştirmektedir.

Bamyada, mutasyon teknikleriyle daha fazla varyasyon oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Örneğin %1 etil metan sülfonat (EMS) muamelesi uygulanarak Hindistan'da mutant bir çeşit elde edilmiştir. Bu mutant %107 verim artışı, %16 meyve sayısı artışı ve %99 YVMV hastalığı azalması göstermiştir. Ayrıca, meyve kurdu zararlısına karşı önemli bir direnç taşımakta olup, zararlı istilasında %46 azalma sağlamıştır (Sharma ve Arora 1990). Diğer bir önemli mutasyonla geliştirilmiş çeşit ise 400 Gy gama ışını uygulaması sonucu elde edilmiştir (Phadvibulya ve ark. 2004).

3.2.Doku Kültürü ve Genetik Transformasyon

Tek veya birkaç genin bir genetik altyapıya aktarılması için yaygın olarak bilinen geleneksel bitki ıslahı tekniği geri melezleme yöntemidir. Geri melezleme genellikle yabani akrabalardan gen aktarımı amacıyla uygulanmaktadır. Yabani akrabalardan kültüre alınmış bamyaya YMV direncinin aktarımı için geri melezleme ve pedigre yöntemlerinin bir kombinasyonu kullanılmıştır. Ancak, geri melezleme eşeysel uyumluluğa bağlı olduğu için belirli sınırlamalara sahiptir ve yeni bir çeşidin geliştirilmesi, uzun süren geri çaprazlama süreçleri nedeniyle genellikle 10–15 yıl almaktadır (Pauls 1995). Genel olarak, tekrarlanan ebeveyn

genomunun %99,22'sinin geri kazanılması için yedi geri melezleme gerekmektedir. Bu sınırlamalar, bitkilerin genetik transformasyonu gibi daha ileri teknolojilerin geliştirilmesini teşvik etmiştir.

Gen aktarım teknolojilerinde önemli ilerlemeler kaydedilmiş ve bu süreç sonunda çok sayıda genetik olarak değiştirilmiş bitki üretilmiştir. Bu transgenik bitkilerin potansiyel faydaları arasında daha yüksek verim, besin değerlerinde iyileşme, pestisit ve gübre kullanımında azalma, toprak ve su kirliliğinin daha iyi kontrol edilmesi gibi avantajlar bulunmaktadır (Rekha Rani 2007).

Etkili bir transformasyon için verimli kallus indüksiyon ve rejenerasyon protokolleri gereklidir. Ancak, bamya için etkili bir transformasyon sisteminin eksikliği, genetik mühendisliği araştırmalarının ilerlemesini engellemiştir. Bamyanın *in vitro* kültürü ile ilgili sınırlı sayıda sürgün organogenezi protokolü rapor edilmiştir (Mishra ve ark. 2017). Şimdiye kadar, birçok araştırmacı kallus indüksiyonu ve rejenerasyonu için farklı eksplantlar kullanmıştır; bunlar arasında kotiledon, kotiledon nodu, kotiledon ekseni, hipokotil (Mangat ve Roy 1986; Haider ve ark. 1993; Ganesan ve ark. 2007; Kabir ve ark. 2008), sürgün ucu (Dhande ve ark. 2012) ve zigotik embriyodan plumül (Narendran ve ark. 2013) bulunmaktadır. *Agrobacterium* aracılı gen transferi, en yaygın kullanılan transformasyon yöntemidir. Rekha Rani (2007), bamya için *Agrobacterium* aracılı gen transformasyonu protokolünü standart hale getirmiştir. Kanamisin antibiyotiğine direnç sağlayan seçici markör geni npt-II içeren pBI121 plazmidini taşıyan *Agrobacterium* kullanılarak bamyada genetik transformasyon gerçekleştirilmiştir.

4.SONUÇ

Bamya, yüksek değere sahip önemli bir sebze bitkisidir. Sürekli artan insan nüfusunun gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, yüksek verimli, zararlı ve hastalıklara dayanıklı, abiyotik streslere toleranslı ve besin açısından zengin çeşitlerin daha hızlı bir şekilde geliştirilmesi gerekmektedir. Bu hedefe ulaşmak için, bamya ıslahında hızlı veya hızlandırılmış ıslah yöntemlerine ağırlık verilmesi gerekmektedir.

Bamya ıslahında ana odak noktası, geleneksel ıslah sürecinin hızlandırılması olmalıdır. Bunun için çiçeklenme manipülasyonu, double haploidler, erken çok lokasyonlu denemeler ve markör destekli seleksiyon gibi teknikler kullanılarak seleksiyon nesillerinin azaltılması gerekmektedir. Ayrıca, biyoteknoloji, mutasyon ıslahı gibi geleneksel olmayan ıslah yöntemlerinin uygulanma potansiyeli değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

Ahmed N, Nawaz S, Iqbal A, Mubin M, Butt A, Lightfoot DA et al (2013) Extraction of high- quality intact DNA from okra leaves despite their high content of mucilaginous acidic polysaccharides. BIOSCI Methods 4:19–22

Arora SK, Dhankar BS (1992) Effect of seed soaking and foliar spray of cycocel on germination, growth, flowering, fruit set and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Veg Sci 19(1):79–85

Bajaj YPS (1983) *In vitro* production of haploids. In: Evans DA, Sharp WR, Ammirato PV, Yamada Y (eds) Handbook of plant cell culture, vol 1. Macmillan, New York, pp 228–287

Comeau A, Caetand VR, St-Pierre CA, Haber S (2001) Accelerated breeding: dream or reality? In: Bedii Z, Lang L (eds) Wheat in a global environment. Kluwer Academic Publishers, pp 671–679

Dhande GA, Patil VM, Raut RV, Rajput JC, Ingle AG (2012) Regeneration of okra (*Abelmoschus esculentus*) via apical shoot culture system. Afr J Biotechnol 11:15226–15230

Dhankhar BS, Mishra JP (2004) Objectives of okra breeding. In: Singh PS, Dasgupta SK, Tripathi SK (eds) Hybrid vegetable development. Food Products Press, New York, USA. pp 195–20

Dhankhar SK, Dhankhar BS, Yadav RK (2005) Inheritance of resistance to yellow vein mosaic virus in an interspecific cross of okra (*Abelmoschus esculentus*). Indian J Agric Sci 75(2):87–89

Forster BP, Till BJ, Ghanim AMA, Huynh HOA, Burstmayr H, Caligari PDS (2014) Accelerated plant breeding. CAB Rev 9:1–16

Ganesan M, Chandrasekar R, Ranjitha Kumari BD, Jayabalan N (2007) Somatic embryogenesis and plant regeneration of *Abelmoschus esculentus* through suspension culture. Biol Plant 51(3):414–420

Gruenheit N, Deusch O, Esser C, Becker M, Voelckel C, Lockhart PJ (2012) Cutoffs and k-mers: implications from a transcriptome study in allopolyploid plants. BMC Genomics 13:92

Haider SA, Islam R, Kamal AHM, Rahman SM, Joarder OI (1993) Direct and indirect organo- genesis in cultured hypocotyl explants of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Plant Tissue Cult 3:85–89

Hamon S, Charrier A (2001) Okra. In: Charrier A, Jacquot M, Hamon S, Nicolas D (eds) Tropical plant breeding. Oxford and IBH pvt. Ltd., Calcutta, pp 361–380

Ibrahim AM (2016) Haploid induction of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), okra (*Abelmoschus esculentus* L.) and spring onion (*Allium fistulosum* L.) using anther, ovary and ovule cultures faculty of agro based industry. Thesis submitted to the Universiti Malaysia Kelantan for the degree of Doctor of Philosophy

Jambhale ND, Nerkar YS (1981) Inheritance of resistance to okra yellow vein mosaic disease in interspecific crosses of *Abelmoschus*. Theor Appl Genet 60:313–316

Jatav PK, Singh K, Mathapati G, Gowda R, Karoriya S, Nalla MK (2018) Breeding for virus resistance in okra. Int J Curr Microbiol App Sci 7(8):3053–3065

Kabir AH, Sarker KK, Sharmin SA, Islam MS, Alam MF (2008) Callus induction and plantlet regeneration in *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. J Agric Technol 4:193–204

Koundinya A, Sidhya P, Pandit MK (2014) Impact of climate change on vegetable cultivation-a review. International Journal of Agriculture, Environment & Biotechnology 7(1):145–155

Mangat BS, Roy MK (1986) Tissue culture and plant regeneration of okra (*Abelmoschus esculentus*). Plant Sci 47:57–61

Mishra GP, Singh B, Seth T, Singh AK, Halder J, Krishnan N, Tiwari SK, Singh PM (2017) Biotechnological advancements and Begomovirus Management in Okra (*Abelmoschus esculentus*): status and perspectives. Front Plant Sci 8:360

Narendran M, Shirale D, Parimi S, Deole SG, Nanote A, Char BR et al (2013) Efficient genetic transformation of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) and generation of insect- resistant transgenic plants expressing the cry1Ac gene. Plant Cell Rep 32:1191–1198. https://doi.org/10.1007/s00299-0131415-4

Nariani TK, Seth ML (1958) Reaction of *Abelmoschus* and *Hibiscus* species to yellow vein mosaic virus. Indian Phytopathology 11:137–140

Pal BP, Singh HB, Swarup V (1952) Taxonomic relationships and breeding possibilities of species of *Abelmoschus* related to okra. Bot Gaz 113:455–464

Patil S, Bagde E, Tatte R, Mane SS, Naik RM, Gawande PP, Jadhav PV (2018) Characterization of okra genotypes by molecular markers against yellow vein mosaic virus. Int J Chem Stud 6(5):2809–2812
Pauls KP (1995) Plant biotechnology for crop improvement. Biotechnol Adv 13:673–693
Phadvibulya V, Puripanyavanich V, Adthalungrong A, Kittipakorn K, Lavapaurya T (2004) Induced mutation breeding for resistance to yellow vein mosaic virus in okra. In: Proceedings of a final research coordination meeting organized by the joint FAO/IAEA division of nuclear techniques in food and agriculture, Pretoria, 19–23 May 2003, pp 155–175
Rajamony L, Chandran M, Rajmohan K (2006) In vitro embryo rescue of interspecific crosses for transferring virus resistance in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). In: Fári MG, Holb I, Bisztray GYD (eds) Proceedings of Vth IS on *in vitro* culture and horticultural breeding. Acta horticulturae, p 725
Randers JA (2012) Global forecast for the next forty years 2052. Chelsea Green Publishing, White River Junction, pp 62–159
Rekha Rani M (2007) Standardization of protocol for regeneration and genetic transformation of okra (*Abelmoschus esculentus* [L.] Moench). Thesis submitted to the Acharya N.G. Ranga Agricultural University, Rajendranagar, Hyderabad for the degree of Master of Science (Agricultural Biotechnology)
Sahu SK, Thangaraj M, Kathiresan K (2012) DNA extraction protocol for plants with high levels of secondary metabolites and polysaccharides without using liquid nitrogen and phenol. Mol Biol 1:1–1: 6
Sharma BR, Sharma OP, Bansal RD (1987) Influence of temperature on incidence of yellow vein mosaic virus in okra. Vegetable Science 14:65–69
Sharma BR, Arora SK (1990) Advances in breeding of okra [*Abelmoschus esculentus* (L) Moench] in India. Mutation breeding newsletter No 35, International Atomic Energy Agency. Pp 44
Shetty AA, Singh JP, Singh D (2013) Resistance to yellow vein mosaic virus in okra: a review. Biol Agric Hortic Int J Sustain Prod Syst 29(3):159–164. https://doi.org/10.1080/0144876 5.2013.793165
Singh HB, Joshi BS, Khanna PP, Gupta PS (1962) Breeding for field resistance to yellow vein mosaic in bhindi. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 22:137–144
Singh B, Rai M, Kalloo G, Satpathy S, Pandey KK (2007) Wild taxa of okra (*Abelmoschus species*): reservoir of genes for resistance to biotic stresses. Acta Hortic 752:323–328
Singh DR, Singh PK, Syamal MM, Gautam SS (2009) Studies on combining ability in okra. Indian J Hortic 66(2):277–280
Thakur MR (1976) Inheritance of yellow vein mosaic in a cross of okra species, *Abelmoschus esculentus* and *A. manihot* ssp. manihot. SABRAO Journal of Breeding and Genetics 8:69–73
Watson A, Ghosh S, Williams MJ (2018) Speed breeding is a powerful tool to accelerate crop research and breeding. Nature Plants 4(1):23–29
Yadav Y, Maurya PK, Devi AP, Jamir I, Bhattacharjee T, Banerjee S, Dutta S, Debnath D, Mandal AK, Dutta S, Chattopadhyay A (2018) Enation leaf curl virus (ELCV): a real threat in major okra production belts of India: a review. J Pharmacogn Phytochem 7(2):3795–3802

SEBZE ISLAHINA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Tuğçe ÖZSAN KILIÇ
Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 07070 Antalya
ORCID: 0000-0002-3265-6886
Ahmet Naci ONUS
Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 07070 Antalya
ORCID: 0000-0001-8615-1480

ÖZET

Sebzeler, dünya genelinde insan beslenmesinin ayrılmaz bir parçasıdır. Geleneksel ıslah yöntemleri, sebzelerin biyotik ve abiyotik streslere karşı direnç/tolerans, yüksek verim ve insan sağlığına faydalı bileşiklerin artırılmış içeriği gibi arzu edilen özelliklere sahip yeni çeşitlerini geliştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. 1980'lerin başından itibaren yaşanan teknolojik ilerlemeler, bitkisel ürünlerde genetik varyasyonu inceleme ve yönlendirme çalışmalarını kökten değiştirmiştir. Yüksek verimli dizileme platformlarının ve dizileme çalışmalarına eşlik eden çeşitli yöntemlerin gelişimi, çok sayıda bitki genomunun dizilenmesini, yoğun ve ultra yoğun moleküler bağlantı haritalarının oluşturulmasını, ıslah programlarında moleküler markörlerin uygulanmasını sağlamıştır. Bağlantı haritalama (linkage mapping) ve genom çapında ilişkilendirme haritalama (genome-wide association mapping) çalışmaları, bitkilerin fenotipik varyasyonları ile ilişkili genlerin ve kantitatif karakter lokuslarının (QTL'lerin) kromozomal konumlarını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır ve bu çalışmalar bitki ıslahı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu makalede, domates, biber, patlıcan, marul, ıspanak ve hıyar gibi sebze türleri ölçeğinde sebzelerde genomik çalışmaların ve markör destekli iyileştirme süreçlerinin güncel durumuna dair kapsamlı bir değerlendirme sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: sebzeler, sebze ıslahı, geleneksel ıslah yöntemleri, modern ıslah teknikleri

CURRENT APPROACHES TO VEGETABLE BREEDING

ABSTRACT

Vegetables are an integral part of human nutrition worldwide. Traditional breeding methods have been widely used to develop new varieties of vegetables with desirable traits such as resistance/tolerance to biotic and abiotic stresses, high yield, and increased content of compounds beneficial to human health. Technological advances since the early 1980s have radically changed the study of genetic variation in plant products. The development of high-throughput sequencing platforms and various methods accompanying sequencing studies have

enabled the sequencing of large numbers of plant genomes, the creation of dense and ultra-dense molecular linkage maps, and the application of molecular markers in breeding programs. Linkage mapping and genome-wide association mapping studies are used to determine the chromosomal locations of genes and quantitative trait loci (QTLs) associated with phenotypic variation in plants, and these studies are of great importance in terms of plant breeding. This article provides a comprehensive review of the status of genomic studies and marker-assisted improvement processes in vegetables at the scale of vegetable species such as tomato, pepper, eggplant, lettuce, spinach, and cucumber.

Keywords: vegetables, vegetable breeding, traditional breeding methods, modern breeding techniques

1.GİRİŞ

Sebzeler, gövde, yaprak, meyve, çiçek, kök veya tohum kısımları insan beslenmesinde önemli yer tutan çeşitli bitki türlerini içeren bir mahsul grubudur. Çiğ veya pişmiş olarak tüketilebilirler ve genellikle düşük karbonhidrat ve yağ içeriğine sahip olup iyi birer vitamin, mineral ve diyet lifi kaynağıdırlar (Singh ve Lebeda, 2007). "Sebze" kavramının kesin tanımı kullanılan terminolojiye bağlı olarak değişkenlik göstermektedir, çünkü botanik ve mutfak sınıflandırmaları arasında farklılıklar bulunmaktadır.

Dünya genelinde sebze üretiminde Asya kıtası öne çıkmaktadır ve özellikle ıspanak, patlıcan, hıyar, marul, biber ve domates üretiminde en büyük paya sahiptir. Avrupa ise hindiba üretiminde lider konumdadır (FAOSTAT, 2020). Kişi başına düşen üretim miktarı açısından değerlendirildiğinde, Asya en fazla acı biber, ıspanak, patlıcan ve hıyar üretirken; Kuzey Amerika domates, marul ve tatlı biber üretiminde öne çıkmaktadır. Avrupa ise hindiba üretiminde başı çekmektedir. Bu mahsullerin yanı sıra dünya genelinde farklı bölgelerde yaygın olarak tüketilen pek çok sebze türü bulunmaktadır. Ancak bu derlemede domates, biber, patlıcan, marul, ıspanak, hıyar ve hindiba üzerine odaklanılmıştır.

Geleneksel ıslah yaklaşımları genellikle yavaş ilerleyen, yoğun emek gerektiren ve maliyetli süreçlerdir. Ancak son yıllarda genetik ve genomik alanındaki ilerlemeler, bitki ıslah programlarını geliştirebilecek yeni araçların, tekniklerin ve yaklaşımların ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. Moleküler markörler, genetik bağlantı haritaları, markör testleri ve tüm genom dizileme çalışmaları pek çok tarım ürünü, özellikle de bazı sebze türleri için geliştirilmiş ve yayımlanmıştır (Singh, 2007). Hassas ıslah yöntemlerinden olan markör destekli seleksiyon (MAS) (Collard ve Mackill, 2008), markör destekli geri melezleme (MABC) (Collard ve Mackill, 2008), markör destekli tekrar eden seleksiyon (MARS) (Charmet ve ark., 1999) ve

genomik seleksiyon (GS) (Heffner ve ark., 2009) farklı sebze türleri için geliştirilme aşamasındadır. Bu gelişmeler, türlerin genetik yapısının ve ıslah süreçlerinin karmaşıklığına ve mevcut kaynaklara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Gen ve kantitatif karakter lokuslarının (QTL) belirlenmesi ve haritalanması amacıyla bağlantı haritalama (linkage mapping) (Tanksley, 1993), genom çapında ilişkilendirme haritalama (GWAS) (Thornsberry ve ark., 2001), iç içe geçmiş ilişkilendirme haritalama (NAM) (Tian ve ark., 2011) ve çok ebeveynli ileri nesil çapraz (MAGIC) popülasyonları (Cavanagh ve ark., 2008) gibi çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Yenilikçi genetik ve genomik araçlar başlangıçta çoğunlukla mısır, pirinç ve buğday gibi büyük tahıl türlerinde uygulanmış olsa da (Simko, 2015), bu teknolojiler giderek sebze genetiği ve ıslahında da kullanılmaya başlanmıştır.

Bu derleme çalışması, üç farklı sebze mahsulüne odaklanarak, mevcut genomik kaynaklar, ıslah programlarında genetik ve genomik araçların ve tekniklerin kullanımı ile her bir mahsul için gelecekte öne çıkması beklenen araştırma alanları hakkında güncel bilgiler sunmayı amaçlamaktadır.

2.DOMATES

Kültüre alınmış domates (*Solanum lycopersicum* L.), diploid bir türdür (2n=2x=24 kromozom) ve ekonomik değer ile tüketim açısından dünyanın en önemli sebze mahsullerinden biridir. 2018 yılında dünya genelinde domates üretimi yaklaşık 182 milyon metrik tona ulaşmış ve 47,7 milyar ABD doları brüt üretim değeri ile patatesten (*S. tuberosum* L.) sonra en yüksek ikinci sebze ürünü olmuştur (FAOSTAT, 2020). Dünya çapında diğer tüm sebze türlerinden daha fazla domates çeşidi satılmaktadır (Foolad ve Panthee, 2012). Tropikal bir tür olmasına rağmen domates, hemen hemen dünyanın her bölgesinde yetiştirilmektedir. En büyük domates üreticisi ülkeler arasında Çin (%33,8), Hindistan (%10,6), Amerika Birleşik Devletleri (%6,9), Türkiye (%3,6) ve Mısır (%3,6) yer almaktadır (FAOSTAT, 2020).

2.1.Domates Islahının Tarihçesi

Domatesin ıslah geçmişi, 1930'lara kadar uzanır ve bu dönemde domatesin genel bahçecilik özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar başlamıştır. Domates, bitki tipi, büyüme alışkanlığı, meyve şekli, boyutu, rengi ve tadı açısından geniş bir çeşitlilikle ıslah edilmiştir. Günümüzde pazardaki domates çeşitleri genellikle taze tüketim (FM - Fresh Market) ve işleme (PROC - Processing) domatesleri olarak iki ana gruba ayrılmaktadır.

- **Taze tüketim domatesleri**, büyük salkım (beefsteak/slicer), erik (plum/roma), campari, cherry (kiraz) ve grape (üzüm) tipleri gibi çeşitleri kapsar ve doğrudan tüketim için satılır.
- **İşleme domatesleri**, genellikle soyulmuş, doğranmış, suyu sıkılmış veya sos haline getirilerek konserve ürünler üretmek için kullanılır.

Taze tüketim ve işleme domateslerinde ıslah hedefleri büyük ölçüde farklılık gösterse de tüm domates tipleri için birim alan başına daha yüksek verim elde etmek temel ortak hedeftir.

2.2.Domates Islahında Temel Öncelikler

2.2.1.Genel Islah Öncelikleri

- **Biyotik streslere karşı direnç/tolerans:** Hastalıklar ve zararlılara karşı dayanıklılık.
- Abiyotik streslere karşı direnç/tolerans: Tuzluluk, soğuk, kuraklık gibi çevresel faktörlere uyum.
- **İklim değişikliğine adaptasyon:** Farklı sıcaklık bölgelerine (ılıman, tropikal vs.) uyum.
- **Olgunlaşma süresi ve bitki tipi**: Serada veya açık alanda üretim için uygunluk.
- **Hasat gereksinimleri:** Mekanize veya manuel hasada uygunluk.

2.2.2.Taze Tüketim Domateslerinde (FM) Öne Çıkan Islah Kriterleri

- Meyve boyutu, şekli ve rengi
- Meyve sertliği ve iç yapısı (örn. lokül sayısı ve büyüklüğü)
- Meyve görünümü ve şekil bütünlüğü
- Raf ömrü, tat ve aroma

2.2.3.İşleme Domateslerinde Öne Çıkan Islah Kriterleri

- Determinat ve kompakt büyüme alışkanlığı (düzenli ve yoğun meyve oluşumu)
- Eş zamanlı meyve oluşumu ve olgunlaşma, tek seferde mekanize hasada uygunluk
- Sapsız pedisel (jointless pedicel), kolay hasat edilebilme
- Meyve sertliği, renk, pH, titre edilebilir asitlik, çözünür ve çözünmez katı madde oranı, viskozite gibi işleme kalitesini belirleyen özellikler (Foolad ve Panthee, 2012).

Bu özellikler doğrultusunda domates ıslahı, yüksek verim, stres toleransı, hasat verimliliği ve işleme kalitesini artırmaya yönelik olarak ilerlemektedir.

2.3.Genetik Kaynaklar, Haritalama Popülasyonları, Genetik Haritalar ve Genom Dizileri

Domates, başlıca sebze mahsullerinden olan patates ve patlıcan ile *Solanaceae* (patlıcangiller) familyasına ait geniş bir cins olan *Solanum* içinde yer alır. *Solanum* cinsinin *Lycopersicon* kladı içerisinde, kültüre alınmış *Solanum lycopersicum* L. türü ile birlikte ona yakın akraba olan 12 yabani tür bulunmaktadır:

S. arcanum Peralta, S. cheesmaniae (L. Riley) Fosberg, S. chilense (Dunal) Reiche, S. chmielewskii (C.M. Rick, Kesicki, Fobes & M. Holle) D.M. Spooner, G.J. Anderson & R.K. Jansen, S. corneliomulleri J.F. Macbr., S. galapagense S. Darwin & Peralta, S. habrochaites S. Knapp & D.M Spooner, S. huaylasense Peralta, S. neorickii (C.M. Rick, Kesicki, Fobes & M. Holle) D.M. Spooner, G.J. Anderson & R.K. Jansen, S. pennellii Correll, S. peruvianum L. ve S. pimpinellifolium L. (Knapp ve Peralta, 2016).

Kültüre alınmış domatesin toplam genetik varyasyonunun yalnızca %5'ini barındırdığı tahmin edilmektedir. Bu durum, domatesin kültüre alınması ve erken dönem ıslah sürecinde iki büyük genetik darboğazdan geçmesi ve sıkı seleksiyonlardan ötürü genetik çeşitliliğinin oldukça daralmasından kaynaklanmaktadır (Miller ve Tanksley, 1990). Bu genetik çeşitliliğin sınırlı olmasını telafi etmek amacıyla, domates ıslah programlarında yabani domates türleri genetik kaynak olarak kullanılmıştır. Yabani domates türleri, hastalık ve zararlılara karşı direnç, abiyotik stres toleransı, meyve kalitesi ve besin değerinin artırılması gibi önemli özelliklerin ıslah programlarına dahil edilmesini sağlamaktadır (Foolad ve Panthee, 2012).

Yeni genlerin ve kantitatif karakter lokuslarının (QTL'lerin) belirlenmesi ve haritalanması amacıyla, genellikle elit domates hatları ile yabani akraba türler arasında türler arası melezlemeler (interspecific crosses) yapılarak haritalama popülasyonları geliştirilmiştir. Bu popülasyonlar arasında erken nesil (F_2 ve BC_1), geri melezleme soy hatları (BILs), rekombinant soy hatları (RILs) ve izojenik soy hatları (NILs) bulunmaktadır (Foolad, 2007).

2.4.Domatesin Genetik Haritalama Süreci

- **1968:** İlk genetik bağlantı haritası, 153 morfolojik ve fizyolojik markör kullanılarak oluşturulmuş ve 12 bağlantı grubu (LG) ortaya konmuştur (Butler, 1968).
- **1986:** İlk moleküler bağlantı haritası, 18 izozim ve 94 RFLP (Restriksiyon Fragment Uzunluk Polimorfizmi) markörü kullanılarak yayımlanmıştır (Bernatzky ve Tanksley, 1986).
- **1992:** İlk yüksek yoğunluklu genetik harita, 1.030 moleküler markör (çoğunlukla RFLP) ile oluşturulmuştur (Tanksley ve ark., 1992).
- Daha sonraki yıllarda, yeni moleküler markör teknolojilerinin gelişmesiyle genetik haritalama çalışmaları daha yüksek yoğunluklu hale gelmiştir:
    - AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) (Vos ve ark., 1995)
    - SSR (Simple Sequence Repeats - Mikrosatellit) (He ve ark., 2003)
    - RGA (Resistance Gene Analogs) (Niño-Liu ve ark., 2003)
    - EST (Expressed Sequence Tags) (Adams ve ark., 1991)
    - COS (Conserved Orthologous Set Markers) (Fulton ve ark., 2002)
    - RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) (Williams ve ark., 1990)
    - SCAR (Sequence Characterized Amplified Region) (Paran ve Michelmore, 1993)

- CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequences) (Konieczny ve Ausubel, 1993)
- SNP (Single Nucleotide Polymorphism) ve InDel (Insertion-Deletion) (Landegren ve ark., 1998).

Örneğin, 2012 yılında 7.720 SNP içeren bir domates SNP arrayi geliştirilmiş ve bu, üç farklı F_2 haritalama popülasyonu ile 3.000'den fazla SNP markör içeren yüksek yoğunluklu genetik haritaların oluşturulmasına olanak sağlamıştır (Hamilton ve ark., 2012).

Ancak, kültüre alınmış domates türleri içinde genetik polimorfizmin sınırlı olması nedeniyle, intraspesifik (aynı tür içi) haritalama çalışmalarının sayısı azdır. En son olarak *S. lycopersicum* × *S. pimpinellifolium* RIL popülasyonu kullanılarak 141.083 SNP içeren ultra yüksek yoğunluklu bir domates genetik haritası oluşturulmuştur. Bu harita, meyve ağırlığı ve likopen içeriği ile ilişkili genlerin ve QTL'lerin ince haritalanmasında kullanılmıştır (Gonda ve ark., 2019).

Benzer şekilde, 1.195 genetik bin (8.470 SNP) içeren bir başka yüksek yoğunluklu domates genetik haritası, geç yanıklık hastalığına direnç geni Ph-5'in ince haritalanması için geliştirilmiştir (Jia, 2019).

Domates genomunun yayımlanması ve GBS (Genotyping-by-Sequencing) yönteminin geliştirilmesi, meyve, yaprak ve kök karakterleri ile hastalık direnci gibi önemli özelliklerin genetik haritalanmasını büyük ölçüde kolaylaştırmıştır (Xie ve ark., 2019).

Sonuç olarak, domates genetik ve genomik araştırmalarında kaydedilen bu ilerlemeler, daha hassas ıslah programları geliştirilmesine ve verimli, stres toleransı yüksek, kaliteli yeni domates çeşitlerinin üretilmesine büyük katkı sağlamaktadır.

2.5.Haritalanmış Genler ve QTL'ler

Moleküler markörler ve genetik haritalar, domatesin tarımsal açıdan önemli birçok özelliğiyle ilişkili gen ve kantitatif karakter lokuslarının (QTL'lerin) belirlenmesi, haritalanması ve karakterizasyonu için yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu özellikler arasında biyotik ve abiyotik streslere direnç/tolerans, çiçek ve meyve özellikleri, bitki tipi, olgunlaşma süresi ve verim yer almaktadır. 2012 yılından bu yana, birçok domates özelliğiyle ilişkili yeni genler ve QTL'ler rapor edilmiştir. Aşağıda, domates ıslahında en önemli genlerden ve QTL'lerden bazıları sunulmaktadır.

2.5.1.Hastalık Direnci ile İlişkili Genler ve QTL'ler

Domates 200'den fazla fungal, bakteriyel, viral ve nematod kaynaklı hastalıktan etkilenmektedir (Lukyanenko, 1991). Bu nedenle, konukçu bitki direnci, dünya genelindeki

birçok domates ıslah programının ana odak noktası olmuştur. Bu çalışmalar sonucunda hastalık direnç genleri ve QTL'ler belirlenmiş, genetik olarak haritalanmış ve ıslah programlarına entegre edilmiştir.

Öne çıkan hastalıklar ve bunlara karşı direnç genleri/QTL'ler şunlardır:

- **Solgunluk hastalıkları:** *Fusarium* solgunluğu (*Fusarium oxysporum*), *Verticillium* solgunluğu (*Verticillium albo-atrum*).
- **Yaprak küfü:** *Cladosporium fulvum*.
- **Geç yanıklık:** *Phytophthora infestans*.
- **Bakteriyel hastalıklar:**
  - Bakteriyel benek (*Pseudomonas syringae*).
  - Bakteriyel leke (*Xanthomonas* yarışları T1-T4).
- **Viral hastalıklar:**
  - Domates mozaik virüsü (ToMV).
  - Domates sarı yaprak kıvrılma virüsü (TYLCV).
  - Domates bronz leke virüsü (TSWV).
- Kök-ur nematodu (RKN; *Meloidogyne* spp.) (Causse ve Grandillo, 2016).

2.5.2.Abiyotik Stres Toleransı ile İlişkili Genler ve QTL'ler

Domates, dünya genelinde çok farklı iklim koşullarında yetiştirildiğinden, çeşitli çevresel streslere karşı adaptasyon sağlaması gerekmektedir (Chaudhary ve ark., 2019).

Son yıllarda, domateste tuzluluk, soğuk, sıcak ve kuraklık streslerine tolerans sağlayan genler ve QTL'ler belirlenmiştir:

- **Tuzluluk toleransı**: Foolad ve Jones (1993); Foolad ve ark. (2001)
- **Soğuk toleransı**: Truco ve ark. (2000); Liu ve ark. (2016).
- **Sıcak toleransı**: Xu ve ark. (2017); Wen ve ark. (2019).
- **Kuraklık toleransı**: Albert ve ark. (2016); Diouf ve ark. (2020).

Ancak, belirlenen QTL'lerin çoğu genellikle geniş genomik bölgeleri kapsamakta ve yabani domates türlerinden gelmektedir. Bu da bu QTL'lerin doğrudan ıslah programlarında kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, abiyotik stres toleransına sahip domates çeşitlerinin geliştirilmesi konusunda sınırlı ilerleme kaydedilmiştir.

2.5.3.Yeni Teknolojilerle Gen ve QTL Haritalama Çalışmaları

Karmaşık domates özelliklerinin ıslahını kolaylaştırmak için yeni teknolojiler kullanılmaktadır:

- Genom çapında ilişkilendirme çalışmaları (GWAS), meyve aroması (Zhao ve ark., 2019), kalite (Phan ve ark., 2019) ve metabolik özellikler (Sauvage ve ark., 2014) gibi kompleks özellikleri tanımlamak için uygulanmıştır.
- RNA-seq ve QTL haritalama kombinasyonu, QTL bölgelerinde aday genleri belirlemek için kullanılmaktadır (Cui ve ark., 2017).

- RenSeq tekniği, hastalık direnci genlerini ve ilgili markörleri keşfetmek için uygulanmaktadır. Bu yöntem, domateste NBS-LRR (nükleotid bağlayıcı bölge, lösin açısından zengin tekrar) genlerini dizilemek için kullanılmıştır (Andolfo ve ark., 2014).

Sonuç olarak, modern genomik teknolojiler, domateste yeni genlerin ve QTL'lerin haritalanmasını büyük ölçüde ilerletmiş ve ıslah çalışmalarını daha verimli hale getirmiştir.

2.6.Markör Destekli Seleksiyon (MAS) ve Genomik Seleksiyon (GS)

Domates, genetik markörlerin ve haritaların ıslah amaçlı kullanıldığı ilk tarım bitkileri arasında yer almıştır (Tanksley, 1983). Ancak 1980'lerin başına kadar tüm domates ıslah programları ağırlıklı olarak fenotipik seleksiyon (PS) yöntemine dayanmaktaydı.

PCR tabanlı markörler ve tek nükleotid polimorfizmleri (SNP'ler) gibi yüksek verimli ve ıslahçı dostu markörlerin keşfiyle, domates ıslahında markör kullanımına olan ilgi artmıştır. Ancak, literatür incelendiğinde, domatesin en önemli hastalık direnç özellikleri için markörler belirlenmiş olmasına rağmen, rapor edilen tüm markörlerin doğrulanmadığı veya ıslah programlarında kolayca uygulanabilir olmadığı görülmektedir.

Buna rağmen, markör destekli seleksiyon (MAS) özellikle çoklu hastalık direnci özelliklerine sahip çeşitlerin ıslahında gen yığma (gene stacking) amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin, SCAR, CAPS ve diğer PCR tabanlı markörler hem özel hem de kamuya ait domates ıslah programlarında hastalık direnci genleri için yaygın olarak kullanılmaktadır (Lee ve ark., 2015).

2.7.Domates Islahında Gelecekteki Odak Alanları

Günümüzde domates ıslahçılarının en çok üzerinde durduğu özellikler şunlardır:

- Hastalık direnci,
- Çevresel stres toleransı (özellikle sıcaklık ve kuraklık toleransı),
- Meyve kalitesi ve raf ömrü,
- Taze tüketim domateslerinde (FM) mekanik hasada uygunluk.

Bu alanlarda önemli ilerlemeler kaydedilmiş olsa da önümüzdeki on yıl içinde fenotipik seleksiyon (PS), markör destekli seleksiyon (MAS), multi-omiks yaklaşımlar, genomik seleksiyon (GS), gen düzenleme (CRISPR) ve genetik transformasyon kombinasyonu ile bu kompleks özelliklerin büyük ölçüde çözüleceği öngörülmektedir.

Genetik ve genomik alanındaki bu hızlı ilerlemeler sayesinde, domatesin daha verimli, besleyici, dayanıklı ve iklim değişikliklerine uyum sağlayan çeşitlerinin geliştirilmesi mümkün olacaktır.

3.BİBER

Biber (*Capsicum* cinsi), *Solanaceae* (patlıcangiller) familyasına ait olup, dünya genelinde önemli bir sebze ve baharat bitkisidir. Kökeninin Bolivya olduğu düşünülmektedir (Perry ve ark., 2007). *Capsicum* cinsi, 35 türden oluşmakta olup, bunlar arasında ekonomik açıdan önemli kültüre alınmış beş tür bulunmaktadır:

- *Capsicum annuum* L.
- *Capsicum frutescens* L.
- *Capsicum baccatum* L.
- *Capsicum chinense* Jacq.
- *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.

Tüm *Capsicum* türleri diploid olup genellikle 24 kromozoma (2n=2x=24) sahiptir. Bununla birlikte, bazı yabani türler 26 kromozom taşımaktadır.

Biber, morfolojik ve verimle ilgili özellikler açısından büyük bir çeşitlilik gösterir. Bu çeşitlilik şunları içerir:

- Bitki mimarisi,
- Çiçeklenme zamanı,
- Meyve büyüklüğü, şekli, rengi,
- Fito-kimyasal bileşenler,
- Biyotik ve abiyotik streslere karşı direnç/tolerans.

3.1.Genetik ve Genomik Kaynaklar

Capsicum cinsi, genetik kaynaklar açısından oldukça zengin bir gen havuzuna sahiptir (Barchenger ve ark., 2019). Genetik ve ıslah çalışmaları için kullanılabilen çeşitli mutant popülasyonları ve genetik materyal koleksiyonları bulunmaktadır (Solomon ve ark., 2019; Siddique ve ark., 2020).

Ekonomik açıdan en önemli *Capsicum* türü *Capsicum annuum* olup, ıslah çalışmaları genellikle zararlılara ve hastalıklara karşı direnç geliştirmeye odaklanmıştır. Kültüre alınmış biberlerin yerel çeşitleri (landraces) ve yabani akrabaları, birçok biber hastalığına karşı genetik direnç kaynağı olarak büyük önem taşımaktadır. Ancak, yabani türlerden *C. annuum*'a arzu edilen özelliklerin aktarımı, genetik uyumsuzluklar nedeniyle büyük ölçüde sınırlıdır (Onus ve Pickersgill, 2004). Bu nedenle, biberin sürekli iyileştirilmesi için yabani genetik kaynakların bilinçli ve seçici şekilde kullanılması gerekmektedir.

3.2.*Capsicum* Türlerinde Genetik Çeşitlilik ve Haritalama Popülasyonları

Moleküler markörler kullanılarak *Capsicum* cinsinin genetik çeşitliliği analiz edilmiştir (Nicolaï ve ark., 2013). Ancak, bu çalışmaların çoğu gen bankalarında bulunan sınırlı sayıda aksesyon veya popülasyon üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, *Capsicum* genetik kaynaklarının daha kapsamlı değerlendirilmesine ve türler arasındaki genetik çeşitliliğin daha derinlemesine karakterize edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

İlk genetik bağlantı haritası 1984 yılında *Capsicum annuum* × *C. chinense* türleri arasında yapılan bir türler arası (interspecies) çaprazlama popülasyonu temel alınarak oluşturulmuştur (Tanksley, 1984). Daha sonraki yıllarda, daha yüksek markör yoğunluğuna ve daha iyi genom kapsama oranına sahip genetik bağlantı haritaları geliştirilmiştir. Bu haritalar oluşturulurken hem tür içi (intraspecific) hem de türler arası (interspecific) haritalama popülasyonları kullanılmıştır.

Kullanılan popülasyon türleri şunlardır:

- F_2 popülasyonları,
- BC_1 (geri çaprazlama) popülasyonları,
- RILs (rekombinant soy hatları),
- DHs (çift haploidler) (Lee ve ark., 2016).

Özellikle *C. annuum* içindeki hastalık direnç genlerini haritalamak için birçok tür içi haritalama popülasyonu kullanılmıştır (Lefebvre ve ark., 2002).

3.3.Pan-Genom Çalışmaları ve Biberde Genetik Çeşitliliğin Haritalanması

Biber türlerinin genetik çeşitliliğini ve varyasyonlarını keşfetmek amacıyla bir biber pan-genomu oluşturulmuştur. Bu çalışma kapsamında, 383 aksesyonun yeniden dizilenmesiyle genetik yapı analiz edilmiştir:

- 355 *C. annuum*,
- 4 *C. baccatum*,
- 11 *C. chinense*,
- 13 *C. frutescens* (Ou ve ark., 2018).

Ayrıca, ön ıslah çalışmaları (pre-breeding) için önemli olan dört İtalyan tatlı biber yerel çeşidinin genomları kısa okuma dizileme teknolojisi (Illumina) kullanılarak yeniden dizilenmiştir (Acquadro ve ark., 2020).

Ayrıca, bir *C. annuum* F_1 hibritinin genom montajı tamamlanmıştır (Hulse-Kemp ve ark., 2018).

Bu çalışmaların genom dizileme teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte daha da geliştirileceği ve böylece:

- Biber genomunun yapısının daha iyi anlaşılacağı,
- Genetik ve genomik kaynakların daha verimli kullanılabileceği,
- Biber ıslah programlarının hızlandırılacağı öngörülmektedir.

Sonuç olarak, biberde genetik çeşitlilik analizleri, genom haritalama ve dizileme çalışmaları hem moleküler ıslah uygulamalarına hem de geleneksel ıslah programlarına önemli katkılar sağlamaktadır. Özellikle, genomik çalışmaların ilerlemesiyle birlikte biyotik ve abiyotik streslere dirençli, yüksek verimli ve kaliteli yeni biber çeşitlerinin geliştirilmesi mümkün hale gelmektedir.

3.4.Haritalanmış Genler ve QTL'ler

Farklı kökenlere sahip *Capsicum* genetik kaynakları, hastalık direnci, erkek kısırlık (MS), acılık (pungency) ve morfolojik özellikler gibi birçok tarımsal karakterin haritalanması için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu önemli özellikleri yöneten birçok genetik lokus belirlenmiş ve bunlarla yakın bağlantılı markörler geliştirilmiştir.

3.4.1.Biberde Hastalık Direnci ile İlişkili Genler ve QTL'ler

Biber, verim ve meyve kalitesinde önemli kayıplara neden olan çok sayıda patojene duyarlıdır.

- ***Phytophthora capsici* (yaprak yanıklığı ve kök çürüklüğü)**
    - *Capsicum annuum* "CM334", *P. capsici*'ye karşı önemli bir direnç kaynağıdır ve ıslah çalışmalarında kullanılmaktadır.
    - Farklı *C. annuum* genetik arka planlarında *P. capsici*'ye karşı direnç sağlayan birçok QTL belirlenmiştir (Rehrig ve ark., 2014; Siddique ve ark., 2019).
    - Kromozom 5'te bulunan bir QTL, *P. capsici*'ye karşı ana direnç faktörü olarak görülmektedir (Rehrig ve ark., 2014; Siddique ve ark., 2019).
    - PhR10 geni, *P. capsici* 3. ırkına karşı dominant direnç geni olup, kromozom 10'un uzun koluna haritalanmıştır (Xu ve ark., 2016).

- **Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)**
    - Kromozom 9'da haritalanmış olan *Mech1, Mech2, Me1, Me3, Me4, Me7 ve N* genleri, *Meloidogyne* spp.'ye karşı direnç sağlar (Changkwian ve ark., 2019).
    - *Meloidogyne javanica*'ya karşı direnç sağlayan bir QTL, kromozom 9'da *Me* gen kümesiyle ortak lokalizasyona sahiptir (Barbary ve ark., 2016).
- **Antraknoz (*Colletotrichum* spp.)**
    - *C. chinense*'de birçok antraknoz direnç QTL'si tanımlanmış ve bunlarla bağlantılı markörler geliştirilmiştir (Mahasuk ve ark., 2016).
    - Antraknoz direnci sağlayan *Co5* (dominant) ve *co4* (resesif) genleri, sırasıyla kromozom 12 ve 9'a haritalanmıştır (Zhao ve ark., 2020).
- **Bakteriyel hastalıklar**
    - *Xanthomonas* spp. tarafından oluşturulan bakteriyel lekeye karşı direnç sağlayan Bs1, Bs2, Bs3, Bs4 ve Bs7 gibi birçok dominant lokus haritalanmıştır (Wai ve ark., 2015).
    - *Ralstonia* kaynaklı bakteriyel solgunluk direnci ile ilişkili büyük QTL'ler kromozom 1 ve 10'a haritalanmıştır (Du ve ark., 2019).
- **Viral hastalıklar**
    - Potyvirus direnci sağlayan pvr1, pvr2, pvr3, Pvr4/Pvr7, pvr5, pvr6 ve pvr8 genleri için moleküler markör testleri geliştirilmiştir (Venkatesh ve ark., 2018).
    - CMV (salatalık mozaik virüsü) direnci sağlayan *Cmr1* geni kromozom 2'ye, *Cmr2* geni ise geniş CMV suşlarına karşı direnç gösteren bir lokus olarak tanımlanmıştır (Choi ve ark., 2018).

3.4.2.Meyve İkincil Metabolitleri ve Acılık ile İlişkili Genler

Biberin acılığı (pungency), kapsaisinoid bileşikleri tarafından belirlenir ve bu bileşiklerin üretimini yöneten genler Pun1, Pun2 ve Pun3 olarak tanımlanmıştır (Stellari ve ark., 2010).

- **Pun1**: *Capsaicin* sentezini kodlayan anahtar enzim.
- **Pun2**: *C. chacoense*'de acılığı düzenleyen lokus.
- **Pun3**: *CaMYB31* transkripsiyon faktörünü kodlayan lokus.

Ek olarak, meyve aromasıyla ilgili bir QTL, kromozom 3 üzerinde haritalanmıştır (Eggink ve ark., 2014).

3.4.3.Meyve Verimi ve Şekli ile İlişkili QTL'ler

Biberde verim ve meyve boyutu ile ilişkili QTL'ler çeşitli çalışmalarda belirlenmiştir:

- Meyve çapı ve et kalınlığı QTL'leri (Ben Chaim ve ark., 2003).
- Meyve uzunluğu ve ağırlığı QTL'leri (*fw2.1, fw3.2, fw4.2*) (Rao ve ark., 2003).
- Meyve şekli QTL'leri (fs3.1, fs10.1) (Ben Chaim ve ark., 2003).

Sonuç olarak, biberin genetik haritalanması ve QTL çalışmaları, hastalık direnci, erkek kısırlık, meyve özellikleri ve verim gibi önemli tarımsal özelliklerin ıslahını desteklemektedir.

Son yirmi yılda biber ıslahı, ağırlıklı olarak acı ve tatlı biberlerin zararlı ve hastalık dirençlerinin artırılması yönünde genetik iyileştirmelere odaklanmıştır. Son nesil dizileme (NGS) ve yüksek verimli genotiplendirme yaklaşımlarındaki gelişmeler, *Capsicum* türlerinde SNP markörlerinin hızla keşfedilmesini kolaylaştırmıştır. Çoğunlukla F_2 veya DH popülasyonlarına dayalı yüksek yoğunluklu genetik bağlantı haritaları yayımlanmaktadır. SNP'ler ve Indel'ler gibi dizilim varyasyonları, yüksek verimli dizileme yöntemleri kullanılarak kolayca tespit edilebilmekte ve genotiplendirme çeşitli platformlar aracılığıyla kolayca gerçekleştirilebilmektedir (Cheng ve ark., 2016; Nimmakayala ve ark., 2016). NGS teknolojileri arasında GBS, iki ebeveynli QTL haritalama ve GWAS yaklaşımlarında kullanılan basit ve hızlı bir yöntemdir (Siddique ve ark., 2019).

Son zamanlarda, genomik seleksiyon (GS), biberde meyveyle ilgili özellikler için 351 erişimden oluşan bir biber çekirdek koleksiyonunun eğitim popülasyonu olarak kullanıldığı bir çalışmada araştırılmıştır (Hong ve ark., 2020). Çeşitli genomik tahmin modelleri ve markör sayıları gibi farklı koşullar etkili GS için test edilmiştir. Başlangıçta yalnızca orta düzeyde tahmin doğrulukları elde edilmesine rağmen, daha büyük ölçekli genomik çalışmalar, GWAS ve fenomik platformların entegrasyonu ile genomik tahminin doğruluğunun daha da artırılması beklenmektedir (Hong ve ark., 2020).

Capsicum genetik ve ıslah araştırmaları son on yılda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Islah programları, yeni nesil dizileme (NGS) teknolojilerindeki hassasiyet ve hızın artmasından yararlanmaktadır. GBS, DArTseq ve SLAF-seq gibi azaltılmış temsil dizileme yaklaşımları, yüksek verimli genom taraması yoluyla çok sayıda genetik lokusun düşük maliyetle tanımlanmasını ve analiz edilmesini sağlamıştır (Du ve ark., 2019; Tamisier ve ark., 2020). *C. annuum* referans genomları kullanılarak (Kim ve ark., 2017), hastalık direnci, acılık, erkek kısırlık ve morfolojik özellikler gibi ekonomik açıdan önemli özellikleri yöneten genler belirlenmiştir (Nimmakayala ve ark., 2016; Cheng ve ark., 2018). *Capsicum* referans

genomlarının ve bunlara ait açıklama verilerinin (annotation) erişilebilir olması, aynı özellikler üzerine yapılan çok sayıda çalışmanın karşılaştırmalı analizine olanak tanıyarak aday gen belirleme gücünü artırmaktadır.

Biberde zararlı ve hastalık direnci sağlayan birçok aday gen tanımlanmış olmasına rağmen, bunların büyük bir kısmı henüz klonlanmamış veya işlevsel olarak karakterize edilmemiştir. Biberde işlevsel genomik çalışmalarını engelleyen en önemli sorunlardan biri, etkili genetik transformasyon protokollerinin yetersizliğidir.

Bitki ıslahı ve diğer ilgili araştırmalarda referans genomların kullanımı, büyük ölçüde erişilebilirliğe ve kaliteye bağlıdır. Son dizileme çalışmaları (Hulse-Kemp ve ark., 2018), mevcut *Capsicum* genomik kaynaklarının daha da geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. DNA dizileme teknolojilerindeki hızlı teknik ilerlemeler ve uzun okuma dizilemenin maliyetinin düşmesi sayesinde geliştirilmiş genom sürümleri ve pan-genomlar artık gerçeğe dönüşmektedir. Kısa vadede, daha yüksek erişilebilirliğe sahip yüksek kaliteli referans genomlar ve genetik araçlar, karmaşık biyolojik soruların araştırılmasını sağlayacak ve biberde özellik keşfini hızlandıracaktır.

4.PATLICAN

Patlıcan (*Solanum melongena* L., 2n=2x=24), *Solanaceae* (patlıcangiller) familyasının bir üyesidir ve patates ile domatesten sonra en yaygın yetiştirilen üçüncü *Solanaceae* sebzesidir. Çin, Hindistan ve İran başlıca üretici ülkeler olup, Akdeniz bölgesinde ise Mısır, Türkiye ve İtalya en önemli üreticilerdir. Dünya genelinde yıllık patlıcan üretimi yaklaşık 54 milyon metrik ton olup, 10 milyar ABD dolarının üzerinde bir piyasa değerine sahiptir (FAOSTAT, 2020).

4.1. Patlıcan Islahının Tarihçesi

Patlıcanın kökeni hakkında birbirini dışlamayan birkaç teori öne sürülmüştür. Domates ve patatesin aksine, patlıcan Yeni Dünya'ya değil Eski Dünya'ya özgüdür. Genel kanı, patlıcanın Hindistan alt kıtası ve Çin'de *S. insanum* türünden bağımsız olarak kültüre alındığı yönündedir (Page ve ark., 2019). Filipinler'de de ek bir kültüre alma merkezi olabileceği düşünülmektedir (Meyer ve ark., 2012). Sekizinci yüzyılda, patlıcan önce doğuya doğru Japonya'ya, ardından Güneydoğu Asya ve Afrika'ya yayılmış ve daha sonra Akdeniz Havzası'na, ardından Amerika'ya tanıtılmıştır (Prohens ve ark., 2005).

Patlıcan kendine tozlaşan bir bitki olduğundan, günümüzdeki yetiştiriciliğin büyük bir bölümü saf hatlar ve daha yakın zamanda giderek artan F_1 hibritleri üzerine inşa edilmiştir (Kumar ve ark., 2020). Patlıcan çeşitleri genellikle uzun, yarı uzun ve yuvarlak meyveli olmak üzere üç ana gruba ayrılır (Hurtado ve ark., 2013). Bununla birlikte, kültüre alınmış genetik materyal

meyve şekli ve boyutu açısından geniş bir varyasyon gösterir ve Asya'da bazı popüler çeşitler küçük meyveli olup *S. ovigerum* olarak sınıflandırılmaktadır (Meyer ve ark., 2019).

Patlıcan meyvesinin kabuğunun rengi beyazdan çeşitli mor tonlarına (antosiyanin konsantrasyonuna bağlı olarak), yeşile (klorofil varlığı nedeniyle) ve koyu mora (hem antosiyanin hem de klorofil nedeniyle) kadar değişebilir. Ayrıca, beyaz meyveli ve mor çizgili çeşitler de ticari olarak bulunmaktadır.

Sub-Sahra Afrika'da yaygın olarak yetiştirilen ve patlıcan olarak bilinen iki başka *Solanum* türü daha bulunmaktadır:

- Kırmızı patlıcan (*Solanum aethiopicum* L.)
- Gboma patlıcanı (*Solanum macrocarpon* L.)

Bu iki tür, *S. melongena* ile tamamen çaprazlanabilir durumdadır.

Kırmızı patlıcan, Orta ve Batı Afrika'da önemli bir sebzedir ancak Karayipler, Brezilya ve Güney İtalya'nın bazı bölgelerinde de yetiştirilmektedir. Dört ana birbiriyle döllenebilir kültivar grubuna ayrılır:

- "Aculeatum", süs bitkisi olarak kullanılır.
- "Gilo", meyvesi için yetiştirilir.
- "Kumba", hem meyvesi hem de yaprakları için üretilir.
- "Shum", yaprakları için yetiştirilir.

Patlıcanın yabani akrabalarının taksonomisi ve tanımlanması, çok sayıda ilgili türün bulunması nedeniyle zorludur. Çapraz melezleme ve moleküler verilere dayalı olarak, *S. melongena* birincil gen havuzu (GP1), kültüre alınmış patlıcan ve yabani atası *S. insanum*'u içerir. GP2, kırmızı ve gboma patlıcanlarını ve bunların yabani akrabaları olan *S. anguivi* ve *S. dasyphyllum* türlerini, ayrıca patlıcanla çaprazlanabilen 40'tan fazla diğer yabani türü kapsamaktadır (Plazas ve ark., 2014). GP3, yalnızca embriyo kurtarma veya hibrit poliploidizasyon gibi özel ıslah teknikleriyle patlıcanla melezlenebilen daha uzak akraba türleri içerir (Rotino ve ark., 2014).

Patlıcanın yabani akrabaları arasında *S. aethiopicum, S. linnaeanum, S. sisymbriifolium, S. aculeatissimum* ve *S. torvum*, patlıcanda görülen en yıkıcı fungal hastalıklardan biri olan *Verticillium* solgunluğuna karşı direnç gibi önemli hastalık direnç kaynakları olarak öne çıkmaktadır (Plazas ve ark., 2016).

Buna ek olarak, bakteriyel solgunluk (Xi'ou ve ark., 2015), *Ralstonia* solgunluğu (Lebeau ve ark., 2011), *Fusarium* solgunluğu (Boyacı ve ark., 2012), yaprak pireleri, yaprak bitleri ve patlıcan kök ve sürgün zararlıları (Rotino ve ark., 1997) gibi çeşitli hastalıklara ve zararlılara karşı direnç diğer bazı yabani türlerde de belirlenmiştir.

S. insanum ve *S. incanum*, kuraklık toleransı göstermektedir (Ranil ve ark., 2017). Ayrıca, *S. incanum* meyvesinde kültüre alınmış patlıcanda bulunmayan bazı fenolik bileşikleri içermektedir (Ma ve ark., 2011).

4.2.Patlıcanın Genetik Haritalama Süreci

Patlıcanın ilk tür içi genetik bağlantı haritası 2001 yılında yayımlanmış olup, 168 F_2 bireyi ve 181 RAPD ve AFLP markörüne dayanmaktadır (Nunome ve ark., 2001). Bu harita, meyve şekli, meyve sapı ve çanak yaprak pigmentasyonu ile ilişkili QTL'leri belirlemek için kullanılmıştır. 2010 yılında yayımlanan bir başka tür içi genetik harita, *Fusarium oxysporum*'a karşı dirençli *S. aethiopicum*'dan introgrese edilen *Rfo-sa1* lokusunu taşıyan "305E40" ve "67/3" ıslah hatlarının çaprazlamasından elde edilen 141 F_2 bireyine ve 238 moleküler marköre dayanmaktadır (Barchi ve ark., 2010).

NGS teknolojilerinin gelişimiyle birlikte, daha yüksek yoğunluklu genetik bağlantı haritalarının oluşturulması ve aday genlerin belirlenmesi mümkün hale gelmiştir (Jaganathan ve ark., 2020). Yukarıda bahsedilen "305E40 × 67/3" tür içi çaprazından türetilen F_2 popülasyonunda, RAD dizileme yöntemi kullanılarak yaklaşık 10.000 SNP ve 1.000 InDel tanımlanmış, bunlardan 2.000'den fazlasının GoldenGate testi aracılığıyla genotiplendirme için potansiyel olarak faydalı olduğu belirlenmiştir (Barchi ve ark., 2011). Bunun sonucunda, 12 patlıcan kromozomuna atanan 415 SNP markörü içeren ilk NGS sonrası genetik harita geliştirilmiştir. Daha sonra bu harita, antosiyanin içeriği ile ilişkili yedi özelliğin QTL'lerini (Barchi ve ark., 2012), 20 meyve verimi ve morfolojik özellikleri (Portis ve ark., 2014), meyve kalitatif özelliklerini (kuru madde, şekerler ve organik asitler), klorojenik asit, kabuk antosiyaninleri ve steroidal glikoalkaloidleri belirlemek için kullanılmıştır (Toppino ve ark., 2016). Bu F_2 popülasyonuna dayalı en son çalışma, *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium dahliae*'ye karşı yanıtı etkileyen büyük QTL'leri konumlandırmayı mümkün kılmıştır (Barchi ve ark., 2018).

Tüm genom ilişkisel çalışmaları (GWAS), Asya ve Akdeniz havzasına ait eski çeşitler, yerel popülasyonlar ve ıslah hatlarından oluşan 191 patlıcan aksesyonu üzerinde gerçekleştirilmiş ve 384 SNP kullanılarak genotiplendirme yapılmıştır (Portis ve ark., 2015). Bu çalışmalar, daha önce belirlenen antosiyanin pigmentasyonu, meyve ve bitki morfolojisi ile ilişkili QTL'leri doğrulamış, ayrıca geniş genetik çeşitlilik içeren popülasyonlarda yeni markör-özellik ilişkilerini ortaya çıkarmıştır. 219 SNP'ye dayalı başka bir ilişki haritalama çalışması, domatesteki *SUN* ve *OVATE* homologlarına yakın beş SNP belirlemiş olup, bu genlerin sırasıyla meyve uzamasını teşvik eden bir proteini ve meyve büyümesini ve uzamasını engelleyen bir proteini kodladığı gösterilmiştir (Liu ve ark., 2019).

4.3.Genetik ve Genomik Kaynaklar

Patlıcanın genetik ve genomik araştırmaları, domates, patates ve biber gibi diğer *Solanaceae* türlerine kıyasla geride kalmıştır. Geleneksel ıslah yöntemleri sayesinde birçok iyileştirilmiş patlıcan çeşidi geliştirilmiş olsa da bugüne kadar MAS kullanılarak geliştirilen herhangi bir patlıcan çeşidi bildirilmemiştir. Ancak, yakın zamanda yüksek kaliteli bir patlıcan genom dizisinin elde edilmesi, hedef genler ve QTL'lerle yakından ilişkili yeni moleküler markörlerin hızla geliştirilmesi için büyük fırsatlar sunmakta ve böylece genomik araçların yeni patlıcan çeşitlerini daha verimli şekilde geliştirmek için uygulanmasına olanak tanımaktadır.

Patlıcan genom dizisinin ilk taslağı 2014 yılında yayımlanmış olup, 833,1 Mb (N50 = 64 Kb) büyüklüğünde olup patlıcan genomunun %74'ünü kapsamaktadır (Hirakawa ve ark., 2014). Ancak bu genom dizisi oldukça parçalanmış durumdaydı ve patlıcan kromozomlarına sabitlenmemişti. Ayrıca, tahmin edilen gen sayısı 85.446 olup, dizilenmiş diğer diploid *Solanaceae* genomlarında açıklanan gen sayısından (~35.000) çok daha yüksekti. 2019 yılında, İtalyan bir konsorsiyum tarafından RIL erkek ebeveyni "67/3" için Illumina ve optik haritalama yaklaşımlarını birleştirerek yeni bir patlıcan genom dizisi geliştirilmiştir (https://solgenomics.net/organism/Solanum_melongena/genome).

Yakın zamanda yüksek kaliteli bir patlıcan genom dizisinin elde edilmesi, yeniden dizileme çalışmalarını teşvik etmiş ve bu da yeni markör bilgilerinin geliştirilmesine ve tarımsal özelliklerin genetik haritalamasının iyileştirilmesine katkıda bulunmuştur. İlk yeniden dizileme çalışması, yedi farklı *S. melongena* erişimi ve bir yabani *S. incanum* erişiminin kapsamlı yapısal ve işlevsel karakterizasyonunu içermektedir (Gramazio ve ark., 2019). Yeniden dizileme verilerinin yüksek kaliteli referans genom ile karşılaştırılması sonucunda, *S. melongena* erişimlerinde 1,3 milyon ve *S. melongena* ile *S. incanum* arasında 9 milyon olmak üzere 10 milyondan fazla yeni polimorfizm tespit edilmiştir. Bu durum, kültüre alınmış patlıcanda dar bir genetik çeşitliliğin bulunduğunu ve yabani akrabalardan introgressiyonun kültüre alınmış patlıcanın genetik temelini önemli ölçüde genişletebileceğini göstermiştir.

Başka bir çalışmada, kırmızı patlıcan (*S. aethiopicum*)'un genom dizisi taslağı yayımlanmış ve 34.906 protein kodlayan gen açıklanmıştır (Song ve ark., 2019). Bu çalışmada, *S. aethiopicum* ve *S. anguivi*'nin 65 aksesyonunun yeniden dizilenmesi sonucu 18 milyondan fazla SNP tespit edilmiş, bunlardan ~34.000'inin hastalık direnç gen bölgeleri içinde yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca, *S. aethiopicum* erişimleri üzerinde gerçekleştirilen pan-genom analizi, 51.351 protein kodlayan gen tanımlamış ve bunlardan 7.069'unun kültüre alınmış patlıcan referans genomunda eksik olduğu ortaya konmuştur.

4.4.Markör Destekli Seleksiyon (MAS) ve Genomik Seleksiyon (GS)

Yüksek verimli dizileme teknolojileri büyük miktarda verinin elde edilmesini sağlamakta ve fenotipik bilgilerle birleştirildiğinde, kültüre alınmış ve yabani akrabalardan arzu edilen alellerin MAS ve GS aracılığıyla piramitlenmesi için özelliklerin ve bölgelerin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır. Karmaşık özellikler için GS kullanımı, bir genotipin performansını modellemek amacıyla büyük sayıda markörün dahil edilmesine olanak tanıyacak ve böylece küçük etkili genlerin katkılarının kaybedilme riskini önleyecektir.

4.5.Patlıcan Islahında Gelecekteki Odak Alanları

Günümüzde, gen bankalarında patlıcanın yabani akrabaları yeterince temsil edilmemektedir ve birkaç istisna dışında (Liu ve ark., 2015), ıslahçılar bu türlerin patlıcan ıslahındaki potansiyel değerini büyük ölçüde göz ardı etmiştir. Bu nedenle, gen bankalarındaki yabani patlıcan erişimlerinin sayısının artırılması ve yeni patlıcan çeşitlerinin geliştirilmesinde potansiyel kullanımını daha iyi değerlendirmek için hassas genotipleme ve fenotipleme çalışmaları yapılması gerekmektedir (Barchi ve ark., 2019). Bu bağlamda, kültüre alınmış patlıcanın yabani akrabalarla çaprazlanmasıyla elde edilen ön-ıslah materyali (Kouassi ve ark., 2016), *S. incanum* L. türünü ebeveyn olarak kullanarak oluşturulan patlıcan introgresyon hattı (IL) popülasyonu (Gramazio ve ark., 2017) ve belirli kromozomal segmentleri taşıyan IL setinin yakın zamanda karakterize edilmesi dikkate değerdir (Mangino ve ark., 2020). Araştırmalar ayrıca, birincil ve ikincil gen havuzlarından gelen yabani akrabalar ile patlıcan hibritlerinin fenotipik karakterizasyonuna ve verim, kalite ve hastalık direnci gibi çeşitli özellikler açısından heterotik yeteneklerinin değerlendirilmesine odaklanmalıdır (Kaushik ve ark., 2016, 2018).

KAYNAKÇA

Acquadro, A., Barchi, L., Portis, E., Nourdine, M., Carli, C., Monge, S., Valentino, D., and Lanteri, S. 2020. Whole genome resequencing of four Italian sweet pepper landraces provides insights on sequence variation in genes of agronomic value. Sci. Rep. 10: 9189. doi:10.1038/s41598- 020-66053-2

Adams, M. D., Kelley, J. M., Gocayne, J. D., Dubnick, M., Polymeropoulos, M. H., Xiao, H., Merril, C. R., Wu, A., Olde, B., Moreno, R. F., Kerlavage, A. R., McCombie, W. R., and Venter, J. C. 1991. Complementary DNA sequencing: expressed sequence tags and human genome project. Science 252: 1651–1656. doi:10.1126/science. 2047873

Albert, E., Segura, V., Gricourt, J., Bonnefoi, J., Derivot, L., and Causse, M. 2016. Association mapping reveals the genetic architecture of tomato response to water deficit: focus on major fruit quality traits. J. Exp. Bot. 67: 6413–6430. doi:10.1093/jxb/erw411

Andolfo, G., Jupe, F., Witek, K., Etherington, G. J., Ercolano, M. R., and Jones, J. D. G. 2014. Defining the full tomato NB-LRR resistance gene repertoire using genomic and cDNA RenSeq. BMC Plant Biol. 14: 120. doi: 10.1186/1471-2229-14-120

Barbary, A., Djian-Caporalino, C., Marteu, N., Fazari, A., Caromel, B., Castagnone-Sereno, P., and Palloix, A. 2016. Plant genetic background increasing the efficiency and durability of major resistance genes to root-knot nematodes can be resolved into a few resistance QTLs. Front. Plant Sci. 7: 632. doi:10.3389/fpls.2016.00632

Barchenger, D. W., Naresh, P., and Kumar, S. 2019. Genetic resources of Capsicum. In The Capsicum Genome; Ramchiary, N. and Kole, C., Eds. Springer, pp 9–23.
Barchi, L., Lanteri, S., Portis, E., Acquadro, A., Valè, G., Toppino, L., and Rotino, G. L. 2011. Identification of SNP and SSR markers in eggplant using RAD tag sequencing. BMC Genomics 12: 304. doi:10.1186/1471- 2164-12-304
Barchi, L., Lanteri, S., Portis, E., Stàgel, A., Valè, G., Toppino, L., and Rotino, G. L. 2010. Segregation distortion and linkage analysis in eggplant (Solanum melongena L.). Genome 53: 805–815. doi:10.1139/g10-073
Barchi, L., Lanteri, S., Portis, E., Valè, G., Volante, A., Pulcini, L., Ciriaci, T., Acciarri, N., Barbierato, V., Toppino, L., and Rotino, G. L. 2012. A RAD tag derived marker based eggplant linkage map and the location of QTLs determining anthocyanin pigmentation. PLoS ONE 7: e43740. doi:10.1371/journal.pone.0043740
Barchi, L., Pietrella, M., Venturini, L., Minio, A., Toppino, L., Acquadro, A., Andolfo, G., Aprea, G., Avanzato, C., Bassolino, L., Comino, C., Molin, A. D., Ferrarini, A., Maor, L. C., Portis, E., Reyes-Chin-Wo, S., Rinaldi, R., Sala, T., Scaglione, D., Sonawane, P., Tononi, P., Almekias-Siegl, E., Zago, E., Ercolano, M. R., Aharoni, A., Delledonne, M., Giuliano, G., Lanteri, S., and Rotino, G. L. 2019. A chromosome-anchored eggplant genome sequence reveals key events in Solanaceae evolution. Sci. Rep. 9: 11769. doi:10.1038/s41598-019-47985-w
Barchi, L., Toppino, L., Valentino, D., Bassolino, L., Portis, E., Lanteri, S., and Rotino, G. L. 2018. QTL analysis reveals new eggplant loci involved in resistance to fungal wilts. Euphytica 214: 20. doi:10.1007/s10681-017-2102-2
Ben Chaim, A. B., Borovsky, Y., Rao, G. U., Tanyolac, B., and Paran, I. 2003. fs3.1: a major fruit shape QTL conserved in Capsicum. Genome 46: 1–9. doi:10.1139/g02- 096
Bernatzky, R., and Tanksley, S. D. 1986. Towards a saturated linkage map in tomato based on isozymes and random cDNA sequences. Genetics 112: 887–898. doi:10. 1093/genetics/112.4.887
Boyaci, F., Unlu, A., and Abak, K. 2012. Screening for resistance to Fusarium wilt of some cultivated eggplants and wild Solanum accessions. Acta Hortic. 935: 23–27. doi:10.17660/ActaHortic.2012.935.2
Butler, L. 1968. Linkage summary. Rep. Tomato Genet. Coop. 18: 4–6.
Causse, M., and Grandillo, S. 2016. Gene mapping in tomato. In The Tomato Genome; Causse, M., Giovannoni, J., Bouzayen, M., and Zouine, M., Eds. Springer, pp 23–37.
Cavanagh, C., Morell, M., Mackay, I., and Powell, W. 2008. From mutations to MAGIC: resources for gene discovery, validation and delivery in crop plants. Curr. Opin. Plant Biol. 11: 215–221. doi:10.1016/j.pbi.2008.01.002
Changkwian, A., Venkatesh, J., Lee, J. H., Han, J. W., Kwon, J. K., Siddique, M. I., Solomon, A. M., Choi, G. J., Kim, E., Seo, Y., Kim, Y. H., and Kang, B. C. 2019. Physical localization of the root-knot nematode (Meloidogyne incognita) resistance locus Me7 in Pepper (Capsicum annuum). Front. Plant Sci. 10: 886. doi:10. 3389/fpls.2019.00886
Charmet, G., Robert, N., Perretant, M. R., Gay, G., Sourdille, P., Groos, C., Bernard, S., and Bernard, M. 1999. Marker-assisted recurrent selection for cumulative additive and interactive QTLs in recomninant inbred lines. Theor. Appl. Genet. 99: 143–1148.
Chaudhary, J., Khatri, P., Singla, P., Kumawat, S., Kumari, A., R, V., Vikram, A., Jindal, S. K., Kardile, H., Kumar, R., Sonah, H., and Deshmukh, R. 2019. Advances in omics approaches for abiotic stress tolerance in Tomato. Biology 8: 90. doi:10.3390/biology8040090
Cheng, J., Qin, C., Tang, X., Zhou, H., Hu, Y., Zhao, Z., Cui, J., Li, B., Wu, Z., Yu, J., and Hu, K. 2016. Development of a SNP array and its application to genetic mapping and diversity assessment in pepper (Capsicum spp.). Sci. Rep. 6: 33293. doi:10.1038/ srep33293
Cheng, Q., Wang, P., Liu, J., Wu, L., Zhang, Z., Li, T., Gao, W., Yang, W., Sun, L., and Shen, H. 2018. Identification of candidate genes underlying genic male-sterile msc-1 locus via genome resequencing in Capsicum annuum L. Theor. Appl. Genet. 131: 1861–1872. doi:10.1007/s00122- 018-3119-1
Choi, S., Lee, J. H., Kang, W. H., Kim, J., Huy, H. N., Park, S. W., Son, E. H., Kwon, J. K., and Kang, B. C. 2018. Identification of cucumber mosaic resistance 2 (cmr2) that confers resistance to a new

cucumber mosaic virus isolate P1 (CMV-P1) in pepper (Capsicum spp.). Front. Plant Sci. 9: 1106. doi:10.3389/fpls.2018.01106
Collard, B. C. Y., and Mackill, D. J. 2008. Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 363: 557–572. doi:10.1098/rstb.2007.2170
Cui, J., Luan, Y., Jiang, N., Bao, H., and Meng, J. 2017. Comparative transcriptome analysis between resistant and susceptible tomato allows the identification of lncRNA16397 conferring resistance to Phytophthora infestans by co-expressing glutaredoxin. Plant J. 89: 577–589. doi:10.1111/tpj.13408
Diouf, I., Albert, E., Duboscq, R., Santoni, S., Bitton, F., Gricourt, J., and Causse, M. 2020. Integration of QTL, transcriptome and polymorphism studies reveals candidate genes for water stress response in tomato. Genes 11: 900. doi:10.3390/genes11080900
Du, H., Wen, C., Zhang, X., Xu, X., Yang, J., Chen, B., and Geng, S. 2019. Identification of a major QTL (qRRs-10.1) that confers resistance to Ralstonia solanacearum in pepper (Capsicum annuum) using SLAF-BSA and QTL map- ping. IJMS 20: 5887. doi:10.3390/ijms20235887
Eggink, P. M., Tikunov, Y., Maliepaard, C., Haanstra, J. P. W., De Rooij, H., Vogelaar, A., Gutteling, E. W., Freymark, G., Bovy, A. G., and Visser, R. G. F. 2014. Capturing flavors from Capsicum baccatum by introgression in sweet pepper. Theor. Appl. Genet. 127: 373–390. doi:10.1007/s00122-013-2225-3
FAOSTAT. 2020. Crops data for 2018. http://faostat3.fao.org
Foolad, M. R. 2007. Genome mapping and molecular breeding of tomato. Int. J. Plant Genomics 2007: 64358.
Foolad, M. R., and Jones, R. A. 1993. Mapping salt-tolerance genes in tomato (Lycopersicon esculentum) using trait-based marker analysis. Theor. Appl. Genet. 87: 184–192. doi:10.1007/BF00223763
Foolad, M. R., and Panthee, D. R. 2012. Marker-assisted selection in tomato breeding. Crit. Rev. Plant Sci. 31: 93–123. doi:10.1080/07352689.2011.616057
Foolad, M. R., Zhang, L., and Lin, G. Y. 2001. Identification and validation of QTLs for salt tolerance during vegetative growth in tomato by selective genotyping. Genome 44: 444–454. doi:10.1139/g01-030
Fulton, T. M., Van der Hoeven, R., Eannetta, N. T., and Tanksley, S. D. 2002. Identification, analysis, and utilization of conserved ortholog set markers for comparative genomics in higher plants. Plant Cell. 14: 1457–1467. doi:10.1105/tpc.010479
Gonda, I., Ashrafi, H., Lyon, D. A., Strickler, S. R., Hulse- Kemp, A. M., Ma, Q., Sun, H., Stoffel, K., Powell, A. F., Futrell, S., Thannhauser, T. W., Fei, Z., Van Deynze, A. E., Mueller, L. A., Giovannoni, J. J., and Foolad, M. R. 2019. Sequencing-based bin map construction of a tomato mapping population, facilitating high-resolution quantitative trait loci detection. Plant Genome 12: 180010. doi:10.3835/plantgenome2018.02.0010
Gramazio, P., Prohens, J., Plazas, M., Mangino, G., Herraiz, F. J., and Vilanova, S. 2017. Development and genetic characterization of advanced backcross materials and an introgression line population of Solanum incanum in a S. melongena background. Front. Plant Sci. 8: 1477. doi:10. 3389/fpls.2017.01477
Gramazio, P., Yan, H., Hasing, T., Vilanova, S., Prohens, J., and Bombarely, A. 2019. Whole-genome resequencing of seven eggplant (Solanum melongena) and one wild relative (S. incanum) accessions provides new insights and breeding tools for eggplant enhancement. Front. Plant Sci. 10: 1220. doi:10.3389/fpls.2019.01220
Hamilton, J. P., Sim, S. C., Stoffel, K., Van Deynze, A., Buell, C. R., and Francis, D. M. 2012. Single nucleotide polymorphism discovery in cultivated tomato via sequencing by synthesis. Plant Genome 5: 17–29. doi:10. 3835/plantgenome2011.12.0033
He, C., Poysa, V., and Yu, K. 2003. Development and char- acterization of simple sequence repeat (SSR) markers and their use in determining relationships among Lycopersicon esculentum cultivars. Theor. Appl. Genet. 106: 363–373. doi:10.1007/s00122-002-1076-0
Heffner, E. L., Sorrells, M. E., and Jannink, J. L. 2009. Genomic selection for crop improvement. Crop Sci. 49: 1–12. doi:10.2135/cropsci2008.08.0512

Hirakawa, H., Shirasawa, K., Miyatake, K., Nunome, T., Negoro, S., Ohyama, A., Yamaguchi, H., Sato, S., Isobe, S., Tabata, S., and Fukuoka, H. 2014. Draft genome sequence of eggplant (Solanum melongena L.): the representative Solanum species indigenous to the Old world. DNA Res. 21: 649–660. doi:10.1093/dnares/dsu027
Hong, J. P., Ro, N., Lee, H. Y., Kim, G. W., Kwon, J. K., Yamamoto, E., and Kang, B. C. 2020. Genomic selection for prediction of fruit-related traits in pepper (Capsicum spp.). Front. Plant Sci. 11: 1575. doi:10.3389/fpls.2020. 570871
Hulse-Kemp, A. M., Maheshwari, S., Stoffel, K., Hill, T. A., Jaffe, D., Williams, S. R., Weisenfeld, N., Ramakrishnan, S., Kumar, V., Shah, P., Schatz, M. C., Church, D. M., and Van Deynze, A. 2018. Reference quality assembly of the 3.5-Gb genome of Capsicum annuum from a single linked-read library. Hortic. Res. 5: 4. doi:10.1038/s41438- 017-0011-0
Hurtado, M., Vilanova, S., Plazas, M., Gramazio, P., Herraiz, F. J., Andujar, I., and Prohens, J. 2013. Phenomics of fruit shape in eggplant (Solanum melongena L.) using Tomato Analyzer software. Sci. Hortic. 164: 625–632. doi:10.1016/j.scienta.2013.10.028
Jaganathan, D., Bohra, A., Thudi, M., and Varshney, R. K. 2020. Fine mapping and gene cloning in the post-NGS era: advances and prospects. Theor. Appl. Genet. 133: 1791–1810. doi:10.1007/s00122-020-03560-w
Jia, M. 2019. Genetic characterization and mapping of late blight resistance genes in the wild tomato accession PI 270443. Dissertation, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.
Kaushik, P., Plazas, M., Prohens, J., Vilanova, S., and Gramazio, P. 2018. Diallel genetic analysis for multiple traits in eggplant and assessment of genetic distances for predicting hybrids performance. PLoS ONE 13: e0199943. doi:10.1371/journal.pone.0199943
Kaushik, P., Prohens, J., Vilanova, S., Gramazio, P., and Plazas, M. 2016. Phenotyping of eggplant wild relatives and interspecific hybrids with conventional and phenomics descriptors provides insight for their potential utiliza- tion in breeding. Front. Plant Sci. 7: 677. doi:10.3389/fpls. 2016.00677
Kim, H., Yoon, J. B., and Lee, J. 2017. Development of flu- idigm SNP type genotyping assays for marker-assisted breeding of chili pepper (Capsicum annuum L.). Hortic. Sci. Technol. 35: 465–479.
Knapp, S., and Peralta, I. E. 2016. The tomato (Solanum lycopersicum L., Solanaceae) and its botanical relatives. In The Tomato Genome; Causse, M., Giovannoni, J. J., Bouzayen, M., and Zouine, M., Eds. Springer: Berlin Heidelberg, pp 7–22.
Konieczny, A., and Ausubel, F. A. 1993. A procedure for mapping Arabidopsis mutations using co-dominant ecotype-specific PCR-based markers. Plant J. 4: 403–410. doi:10.1046/j.1365-313x.1993.04020403.x
Kouassi, B., Prohens, J., Gramazio, P., Kouassi, A. B., Vilanova, S., Galán-Ávila, A., Herraiz, F. J., Kouassi, A., Seguíí-Simarro, J. M., and Plazas, M. 2016. Development of backcross generations and new interspecific hybrid combinations for introgression breeding in eggplant (Solanum melongena). Sci. Hortic. 213: 199–207. doi:10. 1016/j.scienta.2016.10.039
Landegren, U., Nilsson, M., and Kwok, P. Y. 1998. Reading bits of genetic information: methods for single-nucleotide polymorphism analysis. Genome Res. 8:769–776. doi:10. 1101/gr.8.8.769
Lebeau, A., Daunay, M. C., Frary, A., Palloix, A., Wang, J. F., Dintinger, J., Chiroleu, F., Wicker, E., and Prior, P. 2011. Bacterial wilt resistance in tomato, pepper, and eggplant: genetic resources respond to diverse strains in the Ralstonia solanacearum species complex. Phytopathology 101: 154–165. doi:10.1094/PHYTO-02-10-0048
Lee, J. M., Oh, C. S., and Yeam, I. 2015. Molecular markers for selecting diverse disease resistances in tomato breeding programs. Plant Breed. Biotech. 3: 308–322. doi:10. 9787/PBB.2015.3.4.308
Lee, Y. R., Yoon, J. B., and Lee, J. 2016. A SNP-based genetic linkage map of Capsicum baccatum and its comparison to the Capsicum annuum reference physical map. Mol. Breed. 36: 61.
Lefebvre, V., Pflieger, S., Thabuis, A., Caranta, C., Blattes, A., Chauvet, J. C., Daubèze, A. M., and Palloix, A. 2002. Towards the saturation of the pepper linkage map by alignment of three intraspecific maps including knownfunction genes. Genome 45: 839–854. doi:10.1139/g02-053
Liu, J., Zheng, Z. S., Zhou, X. H., Feng, C., and Zhuang, Y. 2015. Improving the resistance of eggplant (Solanum melongena) to Verticillium wilt using wild species Solanum linnaeanum. Euphytica 201: 463–469. doi:10. 1007/s10681-014-1234-x

Liu, W., Qian, Z., Zhang, J., Yang, J., Wu, M., Barchi, L., Zhao, H., Sun, H., Cui, Y., and Wen, C. 2019. Impact of fruit shape selection on genetic structure and diversity uncovered from genome-wide perfect SNPs genotyping in eggplant. Mol. Breed. 39: 140.
Liu, Y., Zhou, T., Ge, H., Pang, W., Gao, L., Ren, L., and Chen, H. 2016. SSR mapping of QTLs conferring cold tolerance in an interspecific cross of tomato. Int. J. Genomics 2016: 3219276. doi:10.1155/2016/3219276
Lukyanenko, A. N. 1991. Genetic improvement of tomato: disease resistance in tomato. Vol. 14, Monographs on theoretical and applied genetics. Springer Berlin, Heidelberg, Germany.
Meyer, R. S., Little, D. P., Whitaker, B. D., and Litt, A. 2019. The genetics of eggplant nutrition. In The Eggplant Genome; Chapman, M. A., Ed. Springer, pp 23–32.
Miller, J. C., and Tanksley, S. D. 1990. RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus Lycopersicon. Theor. Appl. Genet. 80: 437–448. doi: 10.1007/BF00226743
Ma, C., Dastmalchi, K., Whitaker, B. D., and Kennelly, E. J. 2011. Two new antioxidant malonated caffeoylquinic acid isomers in fruits of wild eggplant relatives. J. Agric. Food Chem. 59: 9645–9651. doi:10.1021/jf202028y
Mahasuk, P., Struss, D., and Mongkolporn, O. 2016. QTLs for resistance to anthracnose identified in two Capsicum sources. Mol. Breed. 36: 10.
Mangino, G., Plazas, M., Vilanova, S., Prohens, J., and Gramazio, P. 2020. Performance of a set of eggplant (Solanum melongena) lines with introgressions from its wild relative S. incanum under open field and screen-house conditions and detection of QTLs. Agronomy 10: 467. doi:10.3390/agronomy10040467
Nicolaï, M., Cantet, M., Lefebvre, V., Sage-Palloix, A. M., and Palloix, A. 2013. Genotyping a large collection of pepper (Capsicum spp.) with SSR loci brings new evidence for the wild origin of cultivated C. annuum and the structuring of genetic diversity by human selection of cultivar types. Genet. Resour. Crop Evol. 60: 2375–2390. doi:10.1007/s10722-013-0006-0
Nimmakayala, P., Abburi, V. L., Saminathan, T., Alaparthi, S. B., Almeida, A., Davenport, B., Nadimi, M., Davidson, J., Tonapi, K., Yadav, L., Malkaram, S., Vajja, G., Hankins, G., Harris, R., Park, M., Choi, D., Stommel, J., and Reddy, U. K. 2016. Genome-wide diversity and asso- ciation mapping for capsaicinoids and fruit weight in Capsicum annuum L. Sci. Rep. 6: 38081. doi:10.1038/ srep38081
Niño-Liu, D. O., Zhang, L., and Foolad, M. R. 2003. Sequence comparison and characterization of DNA fragments amplified by resistance gene primers in tomato. Acta Hortic. 625: 49–58. doi:10.17660/ActaHortic.2003. 625.4
Nunome, T., Ishiguro, K., Yoshida, T., and Hirai, M. 2001. Mapping of fruit shape and color development traits in eggplant (Solanum melongena L.) based on RAPD and AFLP markers. Breed. Sci. 51: 19–26. doi:10.1270/jsbbs. 51.19
Onus, A. N., and Pickersgill, B. 2004. Unilateral incompatibility in Capsicum (Solanaceae): occurrence and taxonomic distribution. Ann. Bot. 94: 289–295. doi:10.1093/ aob/mch139
Ou, L., Li, D., Lv, J., Chen, W., Zhang, Z., Li, X., Yang, B., Zhou, S., Yang, S., Li, W., Gao, H., Zeng, Q., Yu, H., Ouyang, B., Li, F., Liu, F., Zheng, J., Liu, Y., Wang, J., Wang, B., Dai, X., Ma, Y., and Zou, X. 2018. Pan-genome of cultivated pepper (Capsicum) and its use in gene presence-absence variation analyses. New Phytol. 220: 360–363. doi:10.1111/nph.15413
Page, A., Gibson, J., Meyer, R. S., and Chapman, M. A. 2019. Eggplant domestication: pervasive gene flow, feralization, and transcriptomic divergence. Mol. Biol. Evol. 36: 1359–1372. doi:10.1093/molbev/msz062
Paran, I., and Michelmore, R. W. 1993. Development of reliable PCR-based markers linked to downy mildew resistance genes in lettuce. Theor. Appl. Genet. 85: 985–993. doi:10.1007/BF00215038
Perry, L., Dickau, R., Zarrillo, S., Holst, I., Pearsall, D. M., Piperno, D. R., Berman, M. J., Cooke, R. G., Rademaker, K., Ranere, A. J., Raymond, J. S., Sandweiss, D. H., Scaramelli, F., Tarble, K., and Zeidler, J. A. 2007. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (Capsicum spp. L.) in the Americas. Science 315: 986–988. doi:10.1126/science.1136914

Phan, N. T., Trinh, L. T., Rho, M. Y., Park, T. S., Kim, O. R., Zhao, J., Kim, H. M., and Sim, S. C. 2019. Identification of loci associated with fruit traits using genome-wide single nucleotide polymorphisms in a core collection of tomato (Solanum lycopersicum L.). Scientia Hortic 243: 567–574. doi:10.1016/j.scienta.2018.09.003

Plazas, M., Andújar, I., Vilanova, S., Gramazio, P., Herraiz, F. J., and Prohens, J. 2014. Conventional and phenomics characterization provides insight into the diversity and relationships of hypervariable scarlet (Solanum aethiopicum L.) and gboma (S. macrocarpon L.) eggplant complexes. Front. Plant Sci. 5: 318. doi:10.3389/fpls.2014. 00318

Plazas, M., Vilanova, S., Gramazio, P., Rodrıguez-Burruezo, A., Fita, A., Herraiz, F. J., Ranil, R., Fonseka, R., Niran, L., Fonseka, H., Kouassi, B., Kouassi, A., Kouassi, A., and Prohens, J. 2016. Interspecific hybridization between eggplant and wild relatives from different genepools. J. Am. Soc. Hort. Sci. 141: 34–44. doi:10.21273/JASHS.141.1.34

Portis, E., Barchi, L., Toppino, L., Lanteri, S., Acciarri, N., Felicioni, N., Fusari, F., Barbierato, V., Cericola, F., Valè, G., and Rotino, G. L. 2014. QTL mapping in eggplant reveals clusters of yield-related loci and orthology with the tomato genome. PLoS ONE 9: e89499. doi:10.1371/ journal.pone.0089499

Portis, E., Cericola, F., Barchi, L., Toppino, L., Acciarri, N., Pulcini, L., Sala, T., Lanteri, S., and Rotino, G. L. 2015. Association mapping for fruit, plant and leaf morphology traits in eggplant. PLoS ONE 10: e0135200. doi:10.1371/ journal.pone.0135200

Prohens, J., Blanca, J. M., and Nuez, F. 2005. Morphological and molecular variation in a collection of eggplants from a secondary center of diversity: implications for conservation and breeding. JASHS 130: 54–63. doi:10.21273/ JASHS.130.1.54

Ranil, R. H. G., Prohens, J., Aubriot, X., Niran, H. M. L., Plazas, M., Fonseka, R. M., Vilanova, S., Fonseka, H. H., Gramazio, P., and Knapp, S. 2017. Solanum insanum L. (subgenus Leptostemonum Bitter, Solanaceae), the neglected wild progenitor of eggplant (S. melongena L.): a review of taxonomy, characteristics and uses aimed at its enhancement for improved eggplant breeding. Genet. Resour. Crop Evol. 64: 1707–1722. doi:10.1007/s10722- 016-0467-z

Rao, G. U., Chaim, A. B., Borovsky, Y., and Paran, I. 2003. Mapping of yield-related QTLs in pepper in an interspecific cross of Capsicum annuum and C. frutescens. Theor. Appl. Genet. 106: 1457–1466. doi:10.1007/s00122-003- 1204-5

Rehrig, W. Z., Ashrafi, H., Hill, T., Prince, J., and Van Deynze, A. 2014. CaDMR1 cosegregates with QTL Pc5.1 for resistance to Phytophthora capsici in pepper (Capsicum annuum). Plant Genome 7. doi:10.3835/plant- genome2014.03.0011

Rotino, G., Perri, E., Acciarri, N., Sunseri, F., and Arpaia, S. 1997. Development of eggplant varietal resistance to insects and diseases via plant breeding. Adv. Hortic. Sci. 11: 193–201.

Sauvage, C., Segura, V., Bauchet, G., Stevens, R., Do, P. T., Nikoloski, Z., Fernie, A. R., and Causse, M. 2014. Genome-wide association in tomato reveals 44 candidate loci for fruit metabolic traits. Plant Physiol. 165: 1120–1132. doi:10.1104/pp.114.241521

Siddique, M. I., Back, S., Lee, J. H., Jo, J., Jang, S., Han, K., Venkatesh, J., Kwon, J. K., Jo, Y. D., and Kang, B. C. 2020. Development and characterization of an ethyl methane sulfonate (EMS) induced mutant population in Capsicum annuum L. Plants 9: 396–396. doi:10.3390/ plants9030396

Siddique, M. I., Lee, H. Y., Ro, N. Y., Han, K., Venkatesh, J., Solomon, A. M., Patil, A. S., Changkwian, A., Kwon, J. K., and Kang, B. C. 2019. Identifying candidate genes for Phytophthora capsici resistance in pepper (Capsicum annuum) via genotyping-by-sequencing-based QTL mapping and genome-wide association study. Sci. Rep. 9: 9962. doi:10.1038/s41598-019-46342-1

Simko, I. 2015. Analysis of bibliometric indicators to determine citation bias. Palgrave Commun. 1: 15011. doi:10. 1057/palcomms.2015.11

Singh, R. J. 2007. Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement. Volume 3 – Vegetable Crops. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Singh, R. J., and Lebeda, A. 2007. Landmark research in vegetable crops. In Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement. Volume 3 – Vegetable Crops. Singh, R. J., Ed. CRC Press: Boca Raton, FL, pp 1–15.

Solomon, A. M., Han, K., Lee, J. H., Lee, H. Y., Jang, S., and Kang, B. C. 2019. Genetic diversity and population structure of Ethiopian Capsicum germplasms. PLoS ONE 14: e0216886. doi:10.1371/journal.pone.0216886
Song, B., Song, Y., Fu, Y., Kizito, E. B., Kamenya, S. N., Kabod, P. N., Liu, H., Muthemba, S., Kariba, R., Njuguna, J., Maina, S., Stomeo, F., Djikeng, A., Hendre, P. S., Chen, X., Chen, W., Li, X., Sun, W., Wang, S., Cheng, S., Muchugi, A., Jamnadass, R., Shapiro, H. Y., Van Deynze, A., Yang, H., Wang, J., Xu, X., Odeny, D. A., and Liu, X. 2019. Draft genome sequence of Solanum aethiopicum provides insights into disease resist- ance, drought tolerance, and the evolution of the genome. GigaScience 8: giz115. doi:10.1093/gigascience/giz115
Stellari, G. M., Mazourek, M., and Jahn, M. M. 2010. Contrasting modes for loss of pungency between cultivated and wild species of Capsicum. Heredity 104: 460–471. doi:10.1038/hdy.2009.131
Tamisier, L., Szadkowski, M., Nemouchi, G., Lefebvre, V., Szadkowski, E., Duboscq, R., Santoni, S., Sarah, G., Sauvage, C., Palloix, A., and Moury, B. 2020. Genome-wide association mapping of QTLs implied in potato virus Y population sizes in pepper: evidence for wide-spread resistance QTL pyramiding. Mol. Plant Pathol. 21: 3–16. doi:10.1111/mpp.12874
Tanksley, S. D. 1983. Molecular markers in plant breeding. Plant Mol. Biol. Rep. 1: 3–8. doi:10.1007/BF02680255
Tanksley, S. D. 1993. Mapping polygenes. Annu. Rev. Genet. 27: 205–233. doi:10.1146/annurev.ge.27.120193.001225
Tanksley, S. D., Ganal, M. W., Prince, J. P., de-Vicente, M. C., Bonierbale, M. W., Broun, P., Fulton, T. M., Giovannoni, J. J., Grandillo, S., Martin, G. B., Messeguer, R., Miller, J. C., Miller, L., Paterson, A. H., Pineda, O., Roder, M. S., Wing, R. A., Wu, W., and Young, N. D. 1992. High density molecular linkage maps of the tomato and potato genomes. Genetics 132: 1141–1160. doi:10. 1093/genetics/132.4.1141
Tanksley, S.D. 1984. Linkage relationships and chromosomal locations of enzyme-coding genes in pepper, Capsicum annuum. Chromosoma 89: 352–360. doi:10. 1007/BF00331252
Thornsberry, J. M., Goodman, M. M., Doebley, J., Kresovich, S., Nielsen, D., and Buckler, E. S. 2001. Dwarf8 polymorphisms associate with variation in flower- ing time. Nat. Genet. 28: 286–289. doi:10.1038/90135
Tian, F., Bradbury, P. J., Brown, P. J., Hung, H., Sun, Q., Flint-Garcia, S., Rocheford, T. R., McMullen, M. D., Holland, J. B., and Buckler, E. S. 2011. Genome-wide association study of leaf architecture in the maize nested association mapping population. Nat. Genet. 43: 159–162. doi:10.1038/ng.746
Toppino, L., Barchi, L., Lo Scalzo, R., Palazzolo, E., Francese, G., Fibiani, M., D'Alessandro, A., Papa, V., Laudicina, V. A., Sabatino, L., Pulcini, L., Sala, T., Acciarri, N., Portis, E., Lanteri, S., Mennella, G., and Rotino, G. L. 2016. Mapping quantitative trait loci affecting biochemical and morphological fruit properties in eggplant (Solanum melongena L.). Front. Plant Sci. 7: 256. doi:10.3389/fpls.2016.00256
Truco, M. J., Randall, L. B., Bloom, A. J., and St. Clair, D. A. 2000. Detection of QTL associated with shoot wilting and root ammonium uptake under chilling temperatures in an interspecific backcross population from Lycopersicon esculentum L. hirsutum. Theor. Appl. Genet. 101: 1082–1092.
Venkatesh, J., An, J., Kang, W. H., Jahn, M., and Kang, B. C. 2018. Fine mapping of the dominant potyvirus resistance gene Pvr7 reveals a relationship with Pvr4 in Capsicum annuum. Phytopathology 108: 142–148. doi:10. 1094/PHYTO-07-17-0231-R
Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., van de Lee, T., Hornes, M., Frijters, A., Pot, J., Peleman, J., Kuiper, M., and Zabeau, M. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. Nucleic Acids Res. 23: 4407–4414. doi:10. 1093/nar/23.21.4407
Wai, K. P. P., Siddique, M. I., Mo, H. S., Yoo, H. J., Byeon, S. E., Jegal, Y., Mekuriaw, A. A., and Kim, B. S. 2015. Pathotypes of bacterial spot pathogen infecting Capsicum peppers in Korea. Plant Pathol. J. 31: 428–432. doi:10. 5423/PPJ.NT.05.2015.0074
Wen, J., Jiang, F., Weng, Y., Sun, M., Shi, X., Zhou, Y., Yu, L., and Wu, Z. 2019. Identification of heat-tolerance QTLs and high-temperature stress-responsive genes through conventional QTL

mapping, QTL-seq and RNA- seq in tomato. BMC Plant Biol. 19: 398. doi:10.1186/ s12870-019-2008-3
Williams, J. G., Kubelik, A. R., Livak, K. J., Rafalski, J. A., and Tingey, S. V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Res. 18: 6531–6535. doi:10.1093/nar/18.22. 6531
Xi'ou, X., Bihao, C., Guannan, L., Jianjun, L., Qinghua, C., Jin, J., and Yujing, C. 2015. Functional characterization of a putative bacterial wilt resistance gene (RE-bw) in eggplant. Plant Mol. Biol. Rep. 33: 1058–1073. doi:10. 1007/s11105-014-0814-1
Xie, L., Klein, P., Crosby, K., and Jifon, J. 2019. A genotyping-by-sequencing single nucleotide polymorphism–based map and genetic analysis of root traits in an interspecific tomato population. J. Am. Soc. Hort. Sci. 144: 394–404. doi:10.21273/JASHS04565-19
Xu, J., Driedonks, N., Rutten, M. J. M., Vriezen, W. H., de Boer, G. J., and Rieu, I. 2017. Mapping quantitative trait loci for heat tolerance of reproductive traits in tomato (Solanum lycopersicum). Mol. Breed. 37: 58. doi:10.1007/ s11032-017-0664-2
Xu, X., Chao, J., Cheng, X., Wang, R., Sun, B., Wang, H., Luo, S., Xu, X., Wu, T., and Li, Y. 2016. Mapping of a novel race specific resistance gene to Phytophthora root rot of pepper (Capsicum annuum) using bulked segregant analysis combined with specific length amplified fragment sequencing strategy. PLoS ONE 11: e0151401. doi:10. 1371/journal.pone.0151401
Zhao, J., Sauvage, C., Zhao, J., Bitton, F., Bauchet, G., Liu, D., Huang, S., Tieman, D. M., Klee, H. J., and Causse, M. 2019. Meta-analysis of genome-wide association studies provides insights into genetic control of tomato flavor. Nat. Commun. 10: 1534. doi:10.1038/s41467-019-09462-w
Zhao, Y., Liu, Y., Zhang, Z., Cao, Y., Yu, H., Ma, W., Zhang, B., Wang, R., Gao, J., and Wang, L. 2020. Fine mapping of the major anthracnose resistance QTL AnRGO5 in Capsicum chinense 'PBC932'. BMC Plant Biol. 20: 189. doi:10.1186/s12870-019-2115-1

FOMITOPSIS PINICOLA'NIN ETANOL VE KLOROFORM EKSTRAKTLARININ ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Umay Merve ŞENTURAN
Kastamonu University, Institute of Science, Department of Biology, 37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0000-0003-2700-7088
Ilgaz AKATA
Ankara University, Faculty of Science, Department of Biology, TR-06100, Tandoğan, Ankara
ORCID: 0000-0002-1731-1302
Ergin Murat ALTUNER
Kastamonu University, Faculty of Science, Department of biology, 37150 Kuzeykent,Kastamonu
ORCID: 0000-0001-5351-8071

ÖZET

Antibiyotik direncindeki küresel artış, alternatif antimikrobiyal ajanların araştırılmasını gerektirmektedir. Bu çalışmada, *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst'ın etanol ve kloroform ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri değerlendirilmiştir. Ekstraktların kimyasal bileşenleri GC/MS analizi ile belirlenmiştir. Etanol ekstraktının 9-oktadekanoik asit, metil dihomo-gamma-linolenat, palmitik asit ve etil oleat gibi başlıca bileşenleri içerdiği bulunmuştur. Kloroform ekstraktlarının ise ağırlıklı olarak oleik asit, stearik asit, metil behenat ve palmitik asit içerdiği gözlenmiştir.

Ekstraktların *Staphylococcus aureus*, *S. aureus* MRSA, çeşitli *Escherichia coli* suşları ve *Candida albicans* gibi patojenlere karşı antimikrobiyal etkileri Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Bakterisidal/Fungisidal Konsantrasyon (MBC/MFC) testleri kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar nispeten yüksek MİK değerleri göstermiştir. Ayrıca, antioksidan aktiviteyi belirlemek için yapılan DPPH radikal süpürme testi, her iki ekstraktın da antioksidan özellikler sergilemediğini göstermiştir.

Önceki çalışmalar *F. pinicola*'nın antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip olduğunu öne sürmüş olsa da, bu çalışmanın sonuçları literatürde bildirilenlerden daha düşük bulunmuştur. Bu tutarsızlık, düşük ekstrakt konsantrasyonuna veya ekstraksiyon yöntemlerinin bileşiklerin biyolojik aktivitesini tam olarak ortaya çıkarmadaki etkisizliğine bağlanabilir. Bu çalışma, yeni doğal antimikrobiyal ve antioksidan ajanların geliştirilmesine ilişkin bilimsel bilgiye katkıda bulunmayı amaçlamakta ve daha yüksek konsantrasyonlar ve alternatif ekstraksiyon yöntemleriyle daha fazla doğrulama yapılması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Fomitopsis pinicola*, Antimikrobiyal Activite, DPPH, Antioksidan Aktivite

EVALUATION OF THE ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF ETHANOL AND CHLOROFORM EXTRACTS OF *FOMITOPSIS PINICOLA*

ABSTRACT

The global increase in antibiotic resistance necessitates the exploration of alternative antimicrobial agents. In this study, the antimicrobial and antioxidant activities of ethanol and chloroform extracts of *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst were evaluated. The chemical components of the extracts were determined by GC/MS analysis. The ethanol extract was found to contain major components such as 9-octadecanoic acid, methyl dihomo-gamma-linolenate, palmitic acid, and ethyl oleate. Meanwhile, the chloroform extract was predominantly observed to contain oleic acid, stearic acid, methyl behenate, and palmitic acid.

The antimicrobial effects of the extracts against pathogens such as *Staphylococcus aureus*, *S. aureus* MRSA, various *Escherichia coli* strains, and *Candida albicans* were analyzed using Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal/Fungicidal Concentration (MBC/MFC) tests. The results showed relatively high MIC values. Additionally, the DPPH radical scavenging test performed to determine antioxidant activity indicated that neither extract exhibited antioxidant properties.

Although previous studies have suggested that *F. pinicola* possesses antimicrobial and antioxidant properties, the results of this study were found to be lower than those reported in the literature. This discrepancy may be attributed to insufficient extract concentration or the ineffectiveness of extraction methods in fully revealing the biological activity of the compounds. This study aims to contribute to the scientific knowledge regarding the development of novel natural antimicrobial and antioxidant agents, suggesting the need for further verification with higher concentrations and alternative extraction methods.

Keywords: *Fomitopsis pinicola*, Antimicrobial Activity, DPPH, Antioxidant Activity

1. INTRODUCTION

The increasing resistance to antibiotics is one of the major challenges of modern medicine. This situation reduces the efficacy of conventional antimicrobial agents and necessitates the development of alternative and innovative therapeutic strategies (Hammer et al., 1999; Saldır, 2015). In this context, the detailed investigation of the antimicrobial and antioxidant activities of compounds derived from natural sources has become an essential research topic in recent years. Fungi, due to their diverse metabolite profiles and various biological activities, have demonstrated pharmaceutical potential (Altuner et al., 2012). Researchers such as Wasser

(2002) have provided pioneering data on the therapeutic applications of fungi. Moreover, studies by Lindequist et al. (2005), Roupas et al. (2012), and Saldır (2015) have emphasized the importance of fungi in health sciences by providing a scientific basis for their beneficial effects.

Fungi rely on certain chemical compounds to sustain their existence in natural environments and to compete with other species (Solak et al., 2006). These chemicals may exhibit strong or weak effects, yet currently, there is no commercially available antibiotic derived from macrofungi. Most antibiotics on the market have been produced by extracting compounds from actinomycetes or microfungi (Cos et al., 2006; Karaca et al., 2017). For macrofungi, which exhibit a wide range of biological activities, new research is needed to isolate and characterize their chemical compounds for potential pharmaceutical applications (Ustun, 2011).

Fomitopsis pinicola (Sw.) P. Karst belongs to the *Polyporaceae* family and is a fungus species widely distributed in many regions, including Türkiye. In addition to its historical use in traditional medicine, recent studies on its biological activity highlight its potential health benefits. Research on its antimicrobial and antioxidant properties has increased its significance in the medical field.

This study aims to provide new perspectives on the therapeutic potential of *F. pinicola*. By doing so, it seeks to enhance scientific data on the development of novel antimicrobial and antioxidant agents derived from natural products.

2. MATERIAL AND METHODS

Macrofungal Sample Used

The fungal sample was obtained from the personal collection of Prof. Dr. Ilgaz AKATA. The specimen was collected from Izmit Yuvacik and identified by Prof. Dr. Ilgaz AKATA.

Microorganisms Used in the Study

In this study, the antimicrobial activity of the extracts was tested against a total of fourteen microorganisms, including *S. aureus*, *S. aureus* MRSA, various *E. coli* strains (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11), a standard strain *E. coli* ATCC 25922, and one *C. albicans* yeast strain.

Inoculum Preparation

Bacterial strains were incubated at 37 °C for 24 hours, while *Candida albicans* was incubated at 27 °C for 48 hours. The inocula were prepared by transferring each microorganism into a 0.9% sterile saline solution, ensuring a concentration equivalent to the 0.5 McFarland standard (Baldas and Altuner, 2018; Hammer et al., 1999; Canli et al., 2016a).

Preparation of Extract Stocks

The macrofungal sample was ground into a fine powder using a laboratory grinder (Christy and Norris, Chelmsford, UK). 4.0745 g of *F. pinicola* was mixed with 150 mL of ethanol, and 4.0750 g of *F. pinicola* was mixed with 150 mL of chloroform. The mixtures were placed in an orbital shaker (WiseShake, Korea) at 140 rpm at room temperature for three days. After three days of shaking, the extracts were filtered through filter paper and transferred to evaporation flasks. These flasks were connected to a rotary evaporator (Heidolph, Germany) and evaporated at 40-50°C to remove the solvents, yielding powdered extracts (Canli et al., 2016b).

All extracts were dissolved in different ratios of sterile distilled water (sdH_2O) and DMSO, depending on their solubility. The *F. pinicola*-EtOH extract was prepared at 0.334 g/5 mL in a 50:50 (sdH_2O:DMSO) ratio, while the *F. pinicola*-Chloroform extract was prepared at 0.426 g/6 mL in a 40:60 (sdH_2O:DMSO) ratio. DMSO stocks were stored in airtight Falcon tubes, individually labelled, and kept at -18°C until use. Since high DMSO concentration is toxic to bacteria, extract stocks were diluted to ensure that the highest DMSO concentration applied to bacteria did not exceed 1%. Consequently, the final extract concentrations in the initial wells were calculated as 2840 µg/mL and 1113.5 µg/mL, respectively.

Minimum Inhibitory Concentration (MIC)

Test As previously described by Basile et al. (1998), the MIC test was performed in 96-well plates to determine the lowest extract concentration that inhibits visible bacterial growth without being lethal to the tested microorganisms. The MIC value was defined as the lowest extract concentration that prevented visible bacterial growth. All tests were conducted in triplicate (Altuner and Çetin, 2018).

Minimum Bactericidal Concentration (MBC) / Minimum Fungicidal Concentration (MFC)

For a fungal extract with potential antimicrobial effects, the MBC value can be determined following the MIC test for bacterial strains. The MFC value is a specific term used for yeast strains. In this study, MBC and MFC values were determined using the tests applied by Sümerkan and Gökahmetlioğlu (1998).

DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) Radical Scavenging Capacity Method

This method, introduced by Brand-Williams et al. (1995), is based on decolourization principles and was employed in this study. The concentration causing a 50% reduction in the initial DPPH radical concentration is expressed as EC_{50}, while the concentration causing a 90% reduction is termed EC_{90}. Vitamin C (ascorbic acid) was used as a positive control in these tests.

Since methanol is the standard solvent used in the DPPH radical scavenging test, methanol was used as the solvent in this study. The stock concentration of the test samples and the positive control (ascorbic acid) was set at 1 mg/mL.

Statistical Analysis

All experiments in this study were performed in triplicate, and the statistical evaluation of differences between replicates was conducted using an ANOVA test in R Studio v3.3.2. A p-value <0.05 was considered statistically significant. Additionally, Pearson's correlation coefficient was calculated to determine whether an increase in substance concentration affected the observed activity (Core R Team, 2016).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The MIC Values of *F. pinicola* Extracts

The MIC values of *F. pinicola* extracts are presented in Table 1.

Despite the MIC test results indicating values higher than the initial well concentrations, samples from the initial wells were transferred to Nutrient Agar (NA) for bacterial strains in the MBC test and to Sabouraud Dextrose Agar (SDA) for *Candida* in the MFC test. The microorganisms were incubated overnight at their optimal growth temperatures. As a result, growth was observed in all samples, and no MBC/MFC values were determined for the extracts.

Table 1. MIC Test Results

	Chloroform (µg/mL)	**Ethanol (µg/mL)**
E. coli ATCC 25922	>1113,5	>2840
*E. coli*2	>1113,5	>2840
*E. coli*3	>1113,5	>2840
*E. coli*4	>1113,5	>2840
*E. coli*5	>1113,5	>2840
*E. coli*6	>1113,5	>2840
*E. coli*7	>1113,5	>2840
*E. coli*8	>1113,5	>2840
*E. coli*9	>1113,5	>2840
*E. coli*10	>1113,5	>2840
*E. coli*11	>1113,5	>2840
*E. coli*12	>1113,5	>2840
S. aureus	>1113,5	>2840
S. aureus MRSA	>1113,5	>2840
C. albicans	>1113,5	>2840

DPPH Results for *F. pinicola*-EtOH Extract No antioxidant activity was observed at the tested concentrations of the *F. pinicola*-EtOH extract.

DPPH Results for *F. pinicola*-Chloroform Extract No antioxidant activity was observed at the tested concentrations of the *F. pinicola*-chloroform extract.

DPPH Results for Vitamin C (Positive Control) The DPPH graph for Vitamin C is presented in Figure 1.

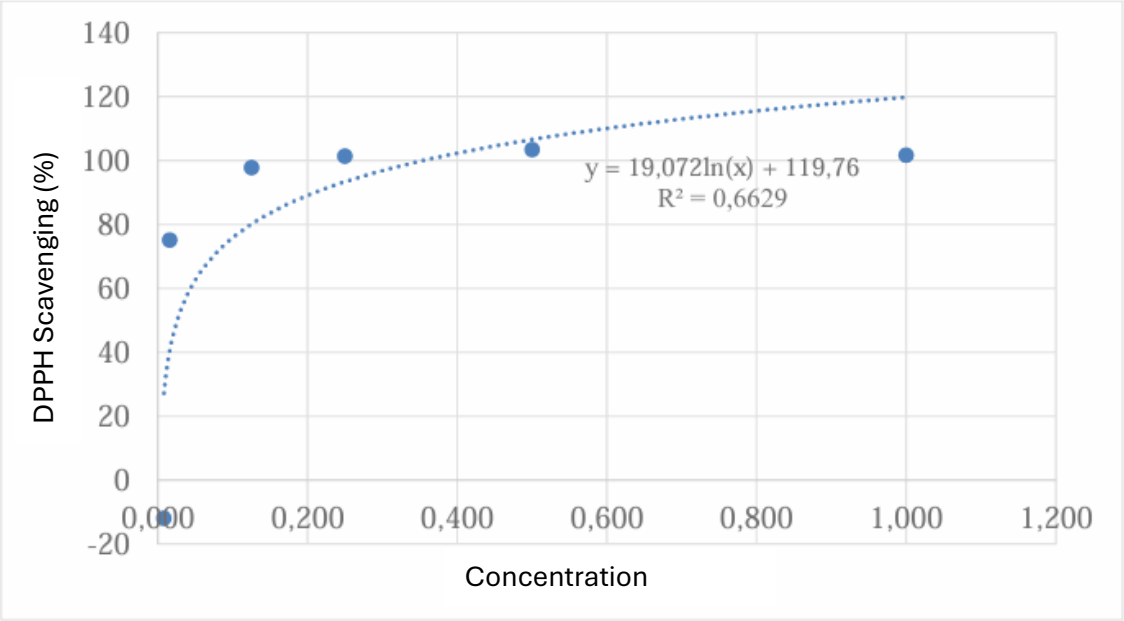


Figure 1. Vitamin C Positive Control DPPH Results

Using Figure 1, the EC_{50} value was calculated as 0.026 mg/mL, while the EC_{90} value was determined to be 0.210 mg/mL.

GC/MS Results of *F. pinicola*-EtOH Extract

The chromatogram illustrating the GC/MS results of the *F. pinicola*-EtOH extract is presented in Figure 2.

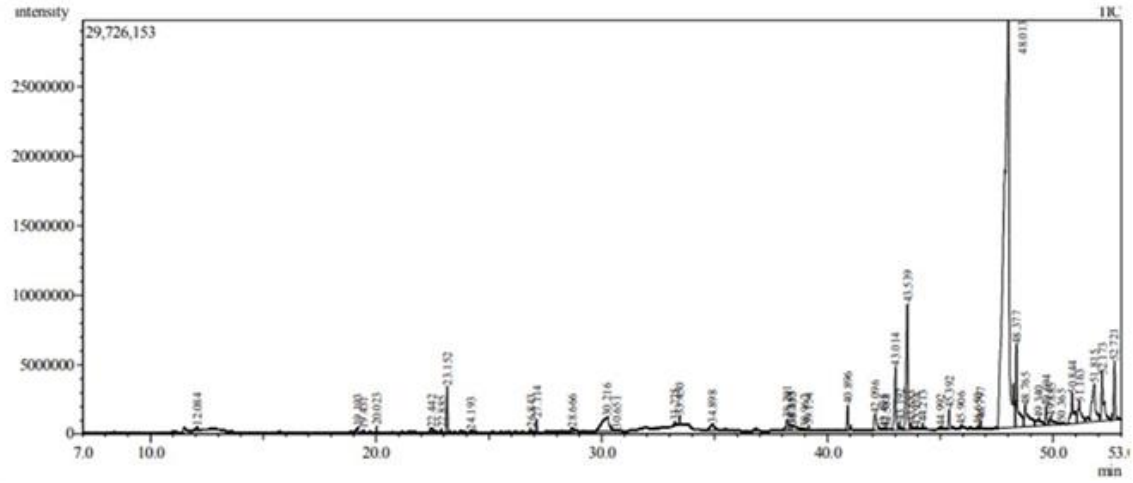


Figure 2. Chromatogram of GC/MS Results for *F. pinicola*-EtOH Extract

Table 2. Major Components of *F. pinicola*-EtOH Extract

Major Components	**Percent (%)**
9-Octadecanoic acid	55,23
Methyl dihomo-gamma-linolenate	7,97
Palmitic acid	5,60
Ethyl oleate	4,60
9-Octadecenamide	4,55
Tetradecylcyclohexane	2,85
D-Allose	2,83
Dimethyl 3-hydroxy-3-methylglutarate	1,19
Lidocaine hydrochloride	1,13

The table above (Table 2) presents the major components of the *F. pinicola*-EtOH extract along with their percentage abundances.

GC/MS Results of *F. pinicola*-Chloroform Extract

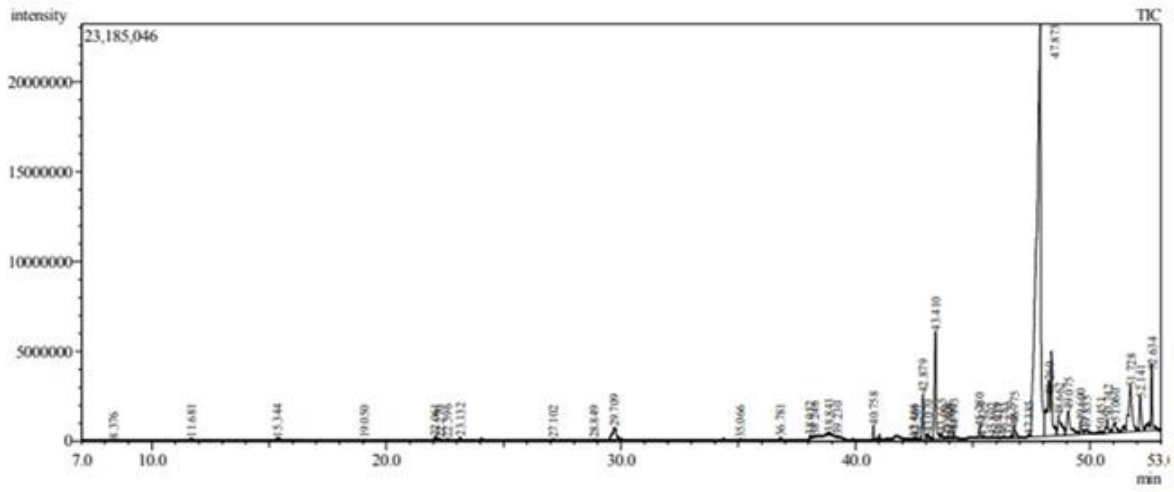


Figure 3. Chromatogram of GC/MS Results for *F. pinicola*-Chloroform Extract

The chromatogram graph of the *F. pinicola*-Chloroform extract is presented above (Figure 3).

Table 3 presents the major components of the *F. pinicola*-Chloroform extract along with their percentage abundances.

Table 3. Major Components of *F. pinicola*-Chloroform Extract

Major Components	**Percent (%)**
Oleic acid	54,74
Stearic acid	9,50
Methyl behenate	8,78
Palmitic acid	6,18
9-Octadecenamide	6,15
2-Hydroxycyclopentadecanone	2,65
Cyclohexane, eicosyl-	2,27
Dihomo-gamma-linolenic acid methyl ester	2,23

In this study, the ethanol and chloroform extracts of *F. pinicola* were analyzed using the GC/MS method. The ethanol extract was found to contain major components such as 9-octadecanoic acid, methyl dihomo-gamma-linolenate, palmitic acid, and ethyl oleate, while the chloroform

extract primarily contained oleic acid, stearic acid, methyl behenate, and palmitic acid. Additionally, the antimicrobial activities of these extracts were examined against microorganisms such as *S. aureus*, various *Escherichia coli* strains, and *C. albicans* using MIC and MBC/MFC tests. Furthermore, a DPPH radical scavenging test was conducted to evaluate their antioxidant activities.

Antimicrobial activity refers to the effect of substances that inhibit or kill the growth of microorganisms. The antimicrobial efficacy of *F. pinicola* against various pathogens has been defined by numerous scientific studies in recent years. For instance, a study conducted by Angelini et al. (2018) reported that methanol extracts of *F. pinicola* exhibited antimicrobial effects against certain bacterial species and demonstrated antioxidant activity according to the DPPH radical scavenging method. The extract activity was found to be approximately 3.5% that of the antibiotic Trolox. Similarly, a study by Dresch et al. (2015) investigated the antimicrobial effects of *F. pinicola* ethanol extract on 22 bacterial strains, reporting that MIC values for *S. aureus* ranged between 31-500 µg/mL and for *Bacillus subtilis* and *S. aureus* between 31-125 µg/mL.

Guler et al. (2009) examined the antifungal activity of ethanol and chloroform extracts of *Fomitopsis pinicola* using the disk diffusion method, concluding that the extracts exhibited significant antifungal activity. Choi et al. (2007) demonstrated that *F. pinicola* is rich in phenolic compounds and possesses high antioxidant capacity, highlighting its potential to combat free radicals and protect cell membranes.

A phytochemical analysis of the dichloromethane extract of *F. pinicola* was conducted by Keller et al. (1996), leading to the isolation of a new lanostanoid derivative identified as 3α-(4-carboxymethyl-3-hydroxy-3-methylbutanoyloxy)-lanosta-8,24-dien-21-oic acid based on spectral and chemical evidence. Additionally, seven known triterpenes, including polyporenic acid C, 3α-acetoxy-lanosta-8,24-dien-21-oic acid, ergosta-7,22-dien-3β-ol, 21-hydroxy-lanosta-8,24-dien-3-one, pinicolic acid A, trametenolic acid B, and pachymic acid, were also isolated. Among these, five steroids exhibited antimicrobial activity against Bacillus subtilis in a TLC bioassay.

However, in this study, *F. pinicola* was found to exhibit lower antimicrobial activity. This discrepancy is thought to be due to the limited amount of fungal sample used. Comparing the findings of this study with data from previous literature suggests that using higher sample doses may enhance the observed antimicrobial and antioxidant effects.

A recent study by Badalyan et al. (2024) investigated the antimicrobial activities of 14 dikaryotic red-belted medicinal polypores of *F. pinicola*. The study revealed that this fungus possesses significant antimicrobial potential against both Gram-negative bacteria such as *E. coli*, *P. aeruginosa*, and *Salmonella typhimurium*, as well as Gram-positive bacteria like *S. aureus*.

In conclusion, *F. pinicola* is a fungal species that exhibits antimicrobial and antioxidant properties. In addition to its traditional use, scientific studies highlight its potential as resource in the healthcare field. Future research should focus on a more in-depth examination of *F. pinicola*'s biological activity, the development of novel pharmaceutical compounds, and its applications in the field of natural products.

CONCLUSIONS

In this study, the antimicrobial effects and antioxidant activity of ethanol and chloroform extracts of *F. pinicola* on various pathogenic microorganisms were evaluated, and the chemical composition of the extracts was analyzed. The MIC values of *F. pinicola* ethanol and chloroform extracts were determined to be >2840 and >1113.5 µg/mL, respectively. When compared with previous studies in the literature, these values were found to be lower. This discrepancy is likely due to the low initial extract concentration, suggesting that increasing the macrofungus dosage could yield improved results, as indicated by previous literature.

Additionally, the results of the DPPH free radical scavenging test showed that *F. pinicola* extracts exhibited no antioxidant activity. This may suggest that the potential antioxidant compounds in the fungus were either not sufficiently extracted using the current methods or were present at low concentrations.

These findings emphasize the importance of concentration levels in studies involving plant-based products or fungi. This study could be repeated with higher concentrations for further advanced analyses.

FUNDING: This work was supported by the Kastamonu University Scientific Research Coordination Unit, with project number KU-HIZDES/ 2021-32.

REFERENCES

Angelini, P., Tirillini, B., Bistocchi, G., Arcangeli, A., Rubini, A., Pellegrino, R. M., … & Rosignoli, P. (2018). Overview of the biological activities of a methanol extract from wild red belt conk, *Fomitopsis pinicola* (Agaricomycetes), fruiting bodies from Central Italy.International Journal of Medicinal Mushrooms,20(11).

Altuner, E. M., Akata, I., & Canlı, K. (2012). *In vitro* antimicrobial activity screening of *Bovista nigrescens* Pers. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 12(1), 90-96.

Altuner, E. M., & Çetin, B. (2018). Antimicrobial activity of *Isothecium alopecuroides* and potential effect of some climate elements on the activity of this bryophyte sample. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 18(2), 126-137.

Badalyan, S. M., Shnyreva, A. V., & Barkhudaryan, A. (2024). Antimicrobial activity of different collections of medicinal polypore fungus *Fomitopsis pinicola* (Agaricomycetes). International Journal of Medicinal Mushrooms, 26(12).

Basile, A., Vuotto, M. L., Ielpo, M. T. L., Moscatiello, V., Ricciardi, L., Giordano, S., & Cobianchi, R. C. (1998). Antibacterial activity in *Rhynchostegium riparioides* (Hedw.) Card. extract (Bryophyta). Phytotherapy Research, 12(S1), S146-S148.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 28, 25-30.

Baldas, B., & Altuner, E. M. (2018). The antimicrobial activity of apple cider vinegar and grape vinegar, which are used as traditional surface disinfectants for fruits and vegetables. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C, 27(1), 1-10.

Canli, K., Yetgin, A., Akata, I., & Altuner, E. M. (2016a). *In vitro* antimicrobial activity of *Angelica sylvestris* roots. International Journal of Biological Sciences, 1(1), 1-7.

Canli, K., Yetgin, A., Akata, I., & Altuner, E. M. (2016b). *In vitro* antimicrobial activity screening of *Rheum rhabarbarum* roots. International Journal of Pharmaceutical Science Invention, 5(2), 1-4.

Choi, D., Park, S. S., Ding, J. L., & Cha, W. S. (2007). Effects of *Fomitopsis pinicola* extracts on antioxidant and antitumor activities. Biotechnology and Bioprocess Engineering, 12, 516-524.

Cos, P., Vlietinck, A. J., Berghe, D. V., & Maes, L. (2006). Anti-infective potential of natural products: How to develop a stronger *in vitro* 'proof-of-concept'. Journal of Ethnopharmacology, 106(3), 290-302.

Dresch, P., D'Aguanno, M. N., Rosam, K., Grienke, U., Rollinger, J. M., & Peintner, U. (2015). Fungal strain matters: Colony growth and bioactivity of the European medicinal polypores *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, and *Piptoporus betulinus*. AMB Express, 5, 1-14.

Guler, P., Akata, I., & Kutluer, F. (2009). Antifungal activities of *Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr) Karst and *Lactarius vellereus* (Pers.) Fr. African Journal of Biotechnology, 8(16), 3811.

Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. Journal of Applied Microbiology, 86(6), 985-990.

Karaca, B., Akata, I., & Çöleri Cihan, A. (2017). Antibiofilm and antimicrobial activities of *Lentinus edodes*, *Lactarius deliciosus*, and *Ganoderma lucidum*. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 17(4), 660-668.

Keller, A. C., Maillard, M. P., & Hostettmann, K. (1996). Antimicrobial steroids from the fungus *Fomitopsis pinicola*. Phytochemistry, 41(4), 1041-1046.

Lindequist, U., Niedermeyer, T. H. J., & Jülich, W. D. (2005). The pharmacological potential of mushrooms. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2(2), 285–299.

R Core Team. (2016). *R: A* language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available at: https://www.R-project.org/

Roupas, P., Keogh, J., Noakes, M., Margetts, C., & Taylor, P. (2012). The role of mushrooms in health: Evaluation of the evidence. Journal of Functional Foods, 4(4), 687–709.

Saldır, Y. (2015). Investigation of the antioxidant and antimicrobial properties of some mushrooms (Master's thesis, Pamukkale University, Institute of Science).

Solak, M. H., Kalmis, E., Saglam, H., & Kalyoncu, F. (2006). Antimicrobial activity of two wild mushrooms *Clitocybe alexandri* (Gill.) Konr. and *Rhizopogon roseolus* (Corda) TM Fries collected from Turkey. Phytotherapy Research, 20(12), 1085-1087.

Sümerkan, B., & Gökahmetlioğlu, S. (1998). MIC, MBC tests: Importance and applications in routine analysis. Flora, 3(2), 91-95.

Üstün, O. (2011). Nutritional value and biological effects of macrofungi. Turkish Journal of Hygiene and Experimental Biology, 68(4), 223-240.

Wasser, S. P. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. Applied Microbiology and Biotechnology, 60(3), 258–274.

ANIMAL ONCOGENIC DNA VIRUSES

Murat ŞEVİK
Necmettin Erbakan University, Veterinary Faculty, Department of Virology, 42310 Ereğli, Konya
ORCID: 0000-0002-9604-3341

ABSTRACT

Cancer occurs as a result of defects in genes that regulate cell proliferation. Various types of viruses can cause cancer. Different viruses with oncogenic potential can cause cancer development by using different host factors and different mechanisms, such as integration with host cell chromosomal DNA, mutations and chromosomal rearrangements that predispose to cancer. Both RNA and DNA viruses can cause cancer in animals. This article aims to provide up-to-date information on DNA viruses that cause cancer in animals. For this purpose, studies on the role of oncogenic DNA viruses in animals were reviewed following the guidelines of the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses. Oncogenic DNA viruses cause cell lysis or cell transformation during replication. Cellular proto-oncogenes control cellular growth and development. However, proto-oncogenes can become oncogenic through deletions, point mutations and chromosomal translocations. Important animal oncogenic DNA viruses include adenoviruses, hepadnaviruses, herpesviruses, papillomaviruses, poxviruses, Simian virus 40, and murine polyomavirus. Hepadnaviruses are quite different from other DNA tumour viruses. Although they are DNA viruses, their replication pattern is similar to RNA tumour viruses. They promote mutagenesis by integrating viral DNA into the host genome. Nowadays, cancers caused by oncogenic DNA viruses have become important in terms of animal health and the economic losses they cause. Therefore, further research is needed to understand the pathogenesis and molecular biology of oncogenic DNA viruses.

Keywords: Animal, oncogenic DNA viruses, papilloma virus, Simian virus 40

HAYVAN ONKOJENİK DNA VİRUSLARI

ÖZET

Kanser, hücre proliferasyonu düzenleyen genlerdeki bozukluk sonucu ortaya çıkmaktadır. Çeşitli virus türleri, kansere neden olabilir. Onkojenik potansiyeli olan farklı viruslar, farklı konak faktörleri ve farklı mekanizmalar, konak hücre kromozomal DNA'sı ile bütünleşmeler, mutasyonlar ve kanser için predispoze olan kromozomal yeniden düzenlemeler gibi, kullanarak kanser gelişimine neden olabilmektedir. Hem RNA hem de DNA virusları hayvanlarda kanser gelişimine neden olabilmektedir. Bu makalede, hayvanlarda kanser gelişimine neden olan DNA virusları hakkında güncel bilgileri sunmak amaçlanmıştır. Bu amaçla, sistematik incelemeler

ve meta-analizler için tercih edilen raporlama öğelerinin yönergeleri izlenerek, hayvanlarda onkojenik DNA viruslarının rolüne ilişkin araştırmalar incelenmiştir. Onkojenik DNA virusları, replikasyon sırasında hücre lizisine veya hücre transformasyonuna neden olmaktadır. Hücresel protoonkogenler hücresel büyüme ve gelişimi kontrol etmektedir. Fakat protoonkogenler delesyon, nokta mutasyon ve kromozomal translokasyonlar aracılığı ile onkojenik hale dönüşebilmektedir. Önemli hayvan onkojenik DNA virusları arasında adenoviruslar, hepadnaviruslar, herpesviruslar, papilloma viruslar, poxviruslar, Simian virus 40 ve murine polyoma virus yer almaktadır. Hepadnaviruslar, diğer DNA tümör viruslarından oldukça farklıdır. DNA virusu olmalarına karşın replikasyon şekli RNA tümör viruslarına benzemektedir. Viral DNA'sını konak genomuna entegre ederek mutagenezi teşvik etmektedirler. Günümüzde, onkojenik DNA viruslarının neden olduğu kanserler hayvan sağlığı ve neden olduğu ekonomik kayıplar açısında önemli hale gelmiştir. Bu nedenle, onkojenik DNA viruslarının patogenezini ve moleküler biyolojisini anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hayvan, onkojenik DNA virusları, papilloma virusu, Simian virus 40

INTRODUCTION

Cancer is the name given to all malignant tumours (Bisoyi, 2022). A tumour is an abnormal tissue mass that exceeds the development of normal tissues, does not adapt to normal tissues, and continues to grow even if the stimulus that causes the change disappears (Willis, 1952). Virus-induced malignant transformation of cells is the first step in the complex oncogenesis process (Cupić et al., 2005).

Different viruses with oncogenic potential can cause cancer development by using different host factors and different mechanisms, such as integration with host cell chromosomal DNA, mutations and chromosomal rearrangements that predispose to cancer (Weiss, 1982; Gaglia and Munger, 2018).

Both DNA and RNA tumour viruses transform cells (Zella and Gallo, 2021). Because the persistent presence of viral DNA within the cell causes the synthesis of new proteins that alter the control of host cell proliferation. The genes that encode these new proteins, are found in the viral genome and are responsible for the transformation properties of viruses, are called viral oncogenes (v-onc) (Klein, 2002).

Oncogenes are in constant competition with tumour suppressor genes (anti-oncogenes), which protect DNA and keep cell activities under control (Starska-Kowarska, 2023). There is ample

evidence to support the view that tumour suppressors are losing this battle or that oncogenes are winning this battle to drive cancer (Yokota, 2000).

The importance of oncogenic DNA viruses in animal health and economic losses has increased in recent years. The purpose of this article is to give up-to-date information about DNA viruses that are responsible for animal cancer.

MATERIALS AND METHODS

This systematic review was carried out according to the guidelines for preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses statements (Moher et al., 2009). Articles in English that examined oncogenic DNA viruses in animals were the focus of the study. The search was carried out using PubMed, Google Scholar, Thomson Reuters, ScienceDirect, and Scopus. Various combinations of the following keywords were employed during the search: “animal oncogenic viruses”, “animal oncogenic DNA viruses”, “oncogenic viruses in animals”, “cancer viruses in animals”, and “DNA viruses in animal cancer”. The meta-analysis includes all English primary descriptive studies that examined oncogenic DNA viruses in animals. The study that lacked precise and comprehensive estimates of oncogenic DNA viruses in animals was not considered.

RESULTS and DISCUSSION

Adenoviruses

These viruses are highly oncogenic for animals and only a portion of the viral genome integrates into the host genome. (Hunt, 2007; Watanabe et al., 2021). Some human, bovine, and avian adenoviruses cause tumours in new-born hamsters. However, these viruses do not cause tumours in their natural hosts. Human adenovirus causes oestrogen-dependent mammary tumours in rats (Butel, 2000). Adenoviruses transform rodent cells and synthesize early gene product proteins that are localized in both the nucleus and cytoplasm of the cells (Arda, 2000).

Hepadnaviruses

This family includes types of viruses that cause hepatocellular carcinomas in humans and animals (Piewbang et al., 2022; Papatheodoridi and Papatheodoridis, 2023). There are hepadnaviruses isolated from different bird and rodent species, such as duck (HBV), fish (HBV), woodchuck (WHV) and ground squirrel (GSHV) hepatitis viruses. The only primate virus genetically related to the human Hepatitis B virus family has been isolated from chimpanzees and apes (Lanford et al., 1998). Woodchuck hepadnaviruses (WHV) is the first mammalian and avian hepadnavirus identified after the discovery of Hepatitis B virus (Bud et al., 2001).

Hepadnaviruses are quite different from other DNA tumour viruses. Although they are DNA viruses, their replication pattern is similar to RNA tumour viruses. They promote mutagenesis by integrating viral DNA into the host genome (Hunt, 2007).

Herpesviruses

They are highly tumorigenic for animals (Jeffery-Smith and Riddell, 2021). The herpesvirus genome integrates with the host cell at specific sites, causing premature expression of proteins, chromosomal breaks and damage. They have hit and run oncogenesis mechanisms (Hunt, 2007).

Herpesviruses are divided into alpha, beta and gamma subfamilies according to their genomic organization and biological properties. Marek's disease virus, one of the alpha herpes viruses, causes lymphoproliferative infections (Marek's disease) in chickens. Herpesvirus type-1, type-2 and Cytomegalovirus (CMV) cause transformations in cells (Arda, 2000).

Gamma herpesviruses reside in lymphoid cells and replicate there. However, some gamma herpesviruses can replicate lytically in epithelial and fibroblast cells. Rhesus monkey rhadinovirus (RRV), a gamma herpesvirus, has been isolated from retroperitoneal fibromatosis in two different monkey species. RRV replicates lytically and is cultured at high titters in rhesus monkey fibroblasts. Herpesvirus saimiri (HVS), another gamma herpesvirus, does not cause any disease in its natural host, squirrel monkeys. However, HVS causes rapidly developing lymphomas, lymphosarcomas, and leukaemia in marmosts, marmosets, and zools (a type of monkey) (Damania et al., 2000).

Papillomaviruses

Papillomaviruses are viruses that cause warts. Warts are usually benign in form but can transform into malignant carcinoma (Dryden et al., 2022). They are also among the causes of animal cancers (Hunt, 2007). Papillomaviruses cause fibromas in rodents (Arda, 2000). Bovine papillomaviruses (BPV) type-1 and type-2 cause tumour formation in horses and donkeys under natural conditions (Zur Hausen, 2001). BPV-4 is a papillomavirus associated with carcinogenesis of the digestive tract of cattle and mice. BPV-4 requires activated ras proteins to transform primary bovine fibroblasts. BPV-4 has low immortalization and transformation potential because it has no viral oncogene. Papillomas caused by the bovine papillomavirus (BPV-7 type) in hairless and pigment less areas of the body, especially in the eyes, can become malignant tumours as a result of activation by sunlight.

Cottontail rabbit papillomavirus (CRPV), also known as Shope papilloma virus, an oncogenic virus, has been detected in rabbits. Causes transformation of rabbit keratinocytes (Campo, 1992).

Simian Virus 40 (SV40)

SV 40 is a monkey polyomavirus that causes sarcomas in young hamsters (Ghoreshi et al., 2023). Transplacental transmission is possible between hamsters. They were isolated from monkey kidney cells in which they replicated. Those who received the Salk polio vaccine long ago also received SV40 contaminated with that vaccine. Because the vaccine virus was developing in monkey kidney cells. It has been determined that the cancer rate does not increase in these vaccinated people (Hunt, 2007).

Murine Polyoma Virus (MuPyV)

This polyoma virus is the cause of widespread tumour formation in many animal species. It causes leukaemia in mice and hamsters. MuPyV is transmitted via body fluids such as urine and faeces. Transplacental transplantation has been reported in MuPyV-infected pregnant mice and rats. Primary infection of the respiratory system is followed by persistent infections in the kidneys (Zhang et al., 2005; Hunt, 2007).

Poxviruses

Myxoma virus (MYXV), rabbit fibroma virus (RFV), (also called Shope fibroma virus, SFV), Hare fibroma virus (FIBV) and Squirrel fibroma virus (SQFV) species, which are in the *Poxviridae* family, Leporipoxvirus genus, cause tumour formation. The viruses cause benign tumours in monkeys, their natural hosts, and Shope fibroma virus causes fibromas in rabbits (Barrett and McFadden, 2007).

In conclusion, different viruses with oncogenic potential may act by different mechanisms, depending on different host factors. Therefore, further research is needed to understand the pathogenesis and molecular biology of oncogenic DNA viruses.

REFERENCES

Arda, M. (2000). Tümör Virüsleri (Onkovirüsler) ve Viral Onkogenezis. Temel Mikrobiyoloji. http://www.mikrobiyoloji.org/dokgoster.asp?dosya=110015100

Barrett, J.W. and McFadden, G. (2007). Genus Leporipoxvirus. *Aust. Vet. J.*, 49, 574-579.

Bisoyi, P. (2022). Malignant tumors – as cancer. In: Understanding Cancer. Eds: Jain, B., and Pandey, S. Academic Press, 21-36.

Bud, C., Tennant, D.V.M., and Gerin, J.L. (2001). The Woodchuck Model of Hepatitis B Virus Infection. Animal Models of Hepatitis ILAR Journal V42 (2).

Butel, J.S. (2000). Viral carcinogenesis: revelation of molecular mechanisms and etiology of human disease. *Carcinogenesis*, 21(3), 405-426.

Campo, M.S. (1992). Cell transformation by animal papillomaviruses. *J. Gen. Virol.*, 73, 217-222.

Cupić, M., Lazarević, I. and Kuljić-Kapulica, N. (2005). Oncogenic viruses and their role in tumour formation. *Srp. Arh. Celok. Lek*., 133, 384-387.
Damania, B., Choi, J.K. and Jung, J.U. (2000). Signaling activities of gammaherpesvirus membrane proteins. *J Virol*, 74(4), 1593-1601.
Dryden, S.M., Reshko, L.B., Gaskins, J.T., and Silva, S.R. (2022). Verrucous carcinoma of the vulva: Patterns of care and treatment outcomes. *Cancer Rep (Hoboken)*, 5(10), e21591.
Gaglia, M.M., and Munger, K. (2018). More than just oncogenes: mechanisms of tumorigenesis by human viruses. *Curr Opin Virol*. 2018, 32, 48-59.
Ghoreshi, Z.A., Molaei, H.R., and Arefinia, N. (20223). The Role of DNA Viruses in Human Cancer. Cancer Inform, 22, 11769351231154186.
Hunt, R.C. (2007). Oncogenic Viruses. Medical Microbiology *PAMB 650/720 Lec*, 75-75.
Jeffery-Smith, A. and Riddell, A. (2021). Herpesviruses. *Medicine*, 49(12), 780-784
Klein, G. (2002). Perspectives in studies of human tumor viruses. *Front Biosci*, 7, 268-274.
Lanford, R.E., Chavez, D., Brasky, K.M., Burns, R.B. and Rico-Hesse, R. (1998). Isolation of a hepadnavirus from the woolly monkey, a New World primate. *Proc. Natl. Acad. Sci USA*, 12, 95(10), 5757-5761.
Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. and Altman, D.G. (2009). PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 6, e1000097.
Papatheodoridi, A., and Papatheodoridis, G. (2023). Hepatocellular carcinoma: The virus or the liver? Liver Int, 43 Suppl 1, 22-30.
Piewbang, C., Dankaona, W., Poonsin, P., Yostawonkul, J., Lacharoje, S., Sirivisoot, S., Kasantikul, T., Tummaruk, P., and Techangamsuwan, S. (2022). Domestic cat hepadnavirus associated with hepatopathy in cats: A retrospective study. *J Vet Intern Med*, 36(5), 1648-1659.
Starska-Kowarska, K. (2023). The Role of Different Immunocompetent Cell Populations in the Pathogenesis of Head and Neck Cancer-Regulatory Mechanisms of Pro- and Anti-Cancer Activity and Their Impact on Immunotherapy. *Cancers (Basel)*, 15(6), 1642.
Watanabe, M., Nishikawaji, Y., Kawakami, H., and Kosai, K.I. (2021). Adenovirus Biology, Recombinant Adenovirus, and Adenovirus Usage in Gene Therapy. *Viruses*, 13(12), 2502.
Willis, R.A. (1952). The Spread of Tumors in the Human Body. London, Butterworth & Co.
Weiss, R.A. (1982). Viral mechanisms of carcinogenesis. *IARC Sci. Publ*. (39), 307-316.
Yokota, J. (2000). Tumor progression and metastasis. *Carcinogenesis*, 21(3), 497-503.
Zhang, S., McNees, A.L. and Butel, J.S. (2005). Quantification of vertical transmission of Murine polyoma virus by real-time quantitative PCR. J. Gen. Virol., 86, 2721-2729.
Zella, D., and Gallo, R.C. (2021). Viruses and Bacteria Associated with Cancer: An Overview. *Viruses*, 13(6), 1039.
Zur Hausen, H. (2001). Oncogenic DNA viruses. *Oncogene*, 20, 7820-7823.

CLINICAL SIGNS OF PRION DISEASES IN HUMANS

Murat ŞEVİK
Necmettin Erbakan University, Veterinary Faculty, Department of Virology, 42310 Ereğli, Konya
ORCID: 0000-0002-9604-3341

ABSTRACT

Prion diseases are 100% fatal neurodegenerative diseases affecting both animals and humans, in which the clinical phase is usually progressive and severe after a long incubation period. Transmissible spongiform encephalopathies are characterized by the accumulation of prion protein, particularly in the central nervous system and lymphoid tissues. Creutzfeldt-Jakob disease, kuru, fatal familial insomnia, and Gerstmann-Sträussler-Scheinker are important human prion diseases. This article aims to present current information on the clinical signs of human prion diseases. In this study, guidelines for preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses were followed to summarize research progress on the role of prions in humans. The key findings of the reviewed articles indicate that human prion diseases have a wide variety of clinical presentations, depending on the age of disease onset, rate of progression, and presence of other clinical manifestations. It has been reported that the average age of onset of sporadic Creutzfeldt-Jakob disease is 60 years, while the average age of onset of familial Creutzfeldt-Jakob disease is younger than 55 years. Variant Creutzfeldt-Jakob disease has been found to affect younger people (mean age 29). The average age of individuals diagnosed with fatal familial insomnia has been reported to be 49 years (range 25-72). It has been determined that the clinical picture and age of onset of Gerstmann-Sträussler-Scheinker disease depend on mutations occurring in the prion protein gene. There are no specific symptoms that indicate the start of the disease. However, during the course of the disease, sleep disorders, ataxia, nonspecific psychiatric disorders, dementia, and muscle tone abnormalities generally develop in all patients. This article will provide a current approach to the clinical manifestations of human prion diseases.

Keywords: Human, prion diseases, clinical signs, ataxia, dementia, age

İNSANLARDA PRİON HASTALIKLARININ KLİNİK BELİRTİLERİ

ÖZET

Prion hastalıkları hem hayvanları hem de insanları etkileyen, uzun bir inkübasyon süresinden sonra klinik fazın genellikle progresif ve şiddetli olduğu %100 ölümcül nörodejeneratif hastalıklardır. Bulaşıcı spongiform ensefalopatiler, özellikle merkezi sinir sisteminde ve lenfoid dokularda, prion proteini birikimi ile karakterizedir. Creutzfeldt- Jakob hastalığı, kuru, fatal

familial insomnia ve Gerstmann-Sträussler-Scheinker önemli insan prion hastalıklarıdır. Bu makalede, insan prion hastalıklarının klinik belirtileri hakkında güncel bilgileri sunmak amaçlanmıştır. Bu amaçla, insanlarda prionların rolüne ilişkin araştırma ilerlemesini özetlemek için sistematik incelemeler ve meta-analizler için tercih edilen raporlama öğelerinin yönergeleri izlendi. Değerlendirilen makalelerin temel bulguları, insan prion hastalıklarının, hastalığın başlangıç yaşına, ilerleme hızına ve diğer klinik belirtilerin varlığına bağlı olarak çok çeşitli klinik görünümlere sahip olduğunu göstermektedir. Sporadik Creutzfeldt-Jakob hastalığının görülme yaşının ortalama 60 yaş, familial Creutzfeldt-Jakob hastalığının görülme yaşının ise 55 yaşından daha gençler olduğu bildirilmiştir. Varyant Creutzfeldt-Jakob hastalığının daha çok genç insanları (ortalama 29 yaş) etkilediği saptanmıştır. Fatal familial insomnia tespit edilen bireylerin yaş ortalamasının, 49 yaş (25-72 arasında değişmekte) olduğu bildirilmiştir. Gerstmann-Sträussler-Scheinker hastalığının klinik tablosu ve görülme yaşının prion protein geninde meydana gelen mutasyonlara bağlı olduğu tespit edilmiştir. Hastalığın başlangıcına ait spesifik belirtiler bulunmamaktadır. Ancak, hastalığın seyri sırasında genellikle bütün hastalarda uyku bozuklukları, ataksi, nonspesifik psikiyatrik bozukluklar, demans ve kas tonusu anormallikleri gelişmektedir. Bu makale, insan prion hastalıklarının klinik belirtileri hakkında güncel bir yaklaşım sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: İnsan, prion hastalıkları, klinik belirtiler, ataksi, demans, yaş

INTRODUCTION

Prion diseases are 100% fatal neurodegenerative diseases that affect both animals and humans, with the clinical phase usually being progressive and severe after a long incubation period (Kalikiri and Sachan, 2003; Diaz-Espinoza and Soto, 2010). Transmissible spongiform encephalopathies are characterized by the accumulation of prion protein, particularly in the central nervous system and lymphoid tissues (Collins et al., 2004; Salamat et al., 2025).

Human prion diseases have a wide variety of clinical presentations depending on the age of disease onset, rate of progression, and the presence of other clinical manifestations (Zerr et al., 2024). There are no specific symptoms of the onset of the disease. However, during the course of the disease, rapidly progressive dementia, ataxia, myoclonus and muscle tone abnormalities usually develop in all patients (Zerr, 2008). Creutzfeldt-Jakob disease, kuru, fatal familial insomnia, and Gerstmann-Sträussler-Scheinker are important human prion diseases. This article aims to present current information on the clinical signs of human prion diseases.

MATERIALS AND METHODS

During the conduct of this systematic review, the guidelines for preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses statements were adhered to (Moher et al., 2009). The study's focus was on English articles that examined clinical signs of human prion diseases. The search was conducted using ScienceDirect, Scopus, Thomson Reuters, Google Scholar and PubMed. Various combinations of the following keywords were employed during the search: "human prion diseases", "clinical signs of prion diseases in humans", "clinical signs of Creutzfeldt-Jakob disease", "clinical signs of kuru", "clinical signs of fatal familial insomnia", and "clinical signs of Gerstmann-Sträussler-Scheinker". All primary English descriptive studies that report clinical signs of human prion diseases are included in the meta-analysis. The study that did not provide exact and complete estimates of the clinical manifestations of human prion diseases was not factored in.

RESULTS and DISCUSSION

Prion diseases detected in humans and their clinical manifestations are summarized in Table 1 (Belay, 1999; Mastrianni, 2004; Pritchard and Hirsch, 2008).

Table 1. Human prion diseases

Disease	Aetiology	Age of occurrence (Years)	Average duration of illness (Months)	Distinguishing clinical features
sCJD	Spontaneous conversion of PrPC to PrPSc	60	8	Dementia, myoclonus, cerebellar dysfunction
fCJD	Germline mutations and insertions in the PrP gene	45-55	8-23	Similar to sCJD
iCJD	HGH, dura mater grafts, corneal transplantation, neurosurgical procedures	30-39	10	Gait abnormalities, ataxia
vCJD	Consumption of prion-infected beef or beef products	29	16	Neuropsychiatric symptoms (depression, anxiety, agitation, social withdrawal) paraesthesia, dysesthesia
FFI	Germline mutation in the PrP gene (D178N, M129)	49	13	Sleep disorders, autonomic dysfunction
GSS	Germline mutations and insertions in the PrP gene	38-52	41-106	Spastic paraparesis, dementia, ataxia, pyramidal and extrapyramidal findings
Kuru	Direct contact or consumption of human brain infected with Kuru	All ages	12	Tremor, slurred speech, mutism, dementia

sCJD, sporadic Creutzfeldt-Jakob disease (CJD); fCJD, familial CJD; iCJD, iatrogenic CJD; HGH, human growth hormone; vCJD, variant CJD; FFI, fatal familial insomnia; GSS, Gerstmann-Sträussler-Scheinker disease

The average age of onset of sCJD is 60, but it is rarely seen below 40 and above 80 (Johnson, 2005; Kanguru et al., 2024). In sCJD, the mortality rate is approximately 1-2 cases per million people each year (Pocchiari et al., 2009). In approximately one-third of cases, the first clinical symptoms are systemic complaints, fatigue, irregular sleep, and decreased appetite, while in another third, there are behavioural and cognitive changes. In the last third, visual loss, cerebellar ataxia and aphasia were detected (Johnson, 2005). As the disease progresses, extrapyramidal and pyramidal symptoms become apparent and the patient usually develops myoclonus (Aguzzi et al., 2007). 90% of patients die within 1 year (Johnson, 2005).

fCJD has a longer clinical course (1-5 years to death) than sCJD and occurs in younger people (younger than 55 years) (Mastrianni, 2004). Clinical manifestations include ataxia, spastic paraparesis, autonomic dysfunction, and neuropsychiatric disorders (Knight and Will, 2003; Kanguru et al., 2024).

The incubation period of iCJD varies depending on the infectious dose and route of transmission. The incubation period of the disease is 6 years after intracerebral (such as the use of dura mater in brain surgery) transmission of the infectious agent and 12 years after peripheral (such as hormone injection) transmission (Zerr, 2008; Zerr et al., 2024). In cases of iCJD caused by dura mater or growth hormone, ataxia is the predominant initial symptom, while in cases where prions are directly transferred to the central nervous system, dementia is the initial symptom (Aguzzi et al., 2007).

vCJD usually affects young people (average age 29). The clinical course is long (16 months). Nonspecific psychiatric disorders (behavioural abnormalities, depression, anxiety) are commonly observed in the initial phase of the disease. Many patients have pain or dysesthesia in the joints, arms and legs. The first signs of cognitive decline appear approximately 5 months after the onset of the disease (Srivastav and Hameed, 2024). The first neurological disorders such as ataxia and involuntary movements are observed 6-7 months after the onset of the disease. After the 12th month of the disease, patients are usually akinetic and silent (Zerr, 2008).

The average age of individuals with FFI was reported to be 49 (range 25-72) and the average disease duration was 13 months (range 5-25 months). The predominant symptoms in most patients with FFI are thalamic involvement, insomnia, and autonomic dysfunction associated with severe sleep disturbances. Autonomic dysfunction is commonly seen in FFI patients with hyperhidrosis, hyperthermia, tachycardia, and hypertension. Cerebellar dysfunction, myoclonus, and pyramidal signs have also been reported in patients (Khan et al., 2024).

Problems may occur in the production of growth hormone, prolactin and melatonin (Belay, 1999).

In GSS, the clinical picture, age of onset and duration of the disease may vary depending on the mutations that occur in the prion protein gene. In GSS, which develops due to mutation in codon 102, predominantly cerebellar dysfunction, slowly progressive gait abnormalities and ataxia are observed. The average age of onset of this form of the disease is 48 and the duration of the disease is 5 years (Irie et al., 2024). It has been detected in families in Austria, England, Canada, France, Germany, Israel, Italy and Japan. Spastic paraparesis and dementia are observed in GSS developing due to mutation in codon 105. The average age of onset of this form of the disease is 44 and the duration of the disease is 7 years. In GSS, which develops due to mutation in codon 117, extrapyramidal and pyramidal symptoms are observed together with dementia. The average age of onset of the disease is 38 and the duration of the disease is 3.4 years. It has been reported to occur in American families of German origin and in families in the Alsace region of France (Belay, 1999).

Clinical manifestations of kuru include progressive cerebellar ataxia, tremor and dementia (Wadsworth and Collinge, 2007; Kothekar and Chaudhary, 2024). Patients usually die within 1 year (Cook et al., 2010).

In conclusion, prion diseases have a wide variety of clinical presentations depending on the age of onset of disease, rate of progression, and presence of other clinical manifestations. There are no specific symptoms of the onset of the disease. Therefore, further research is needed to detect early clinical symptoms of prion diseases.

REFERENCES

Aguzzi, A., Heppner, F.L., Westner, I.M., and Glatzel, M. (2007). Prion Diseases. In: Sid G. Neurobiology of Disease. Elsevier Academic Press, San Diego, 473-483.

Belay, E.D. (1999). Transmissible Spongiform Encephalopathies In Humans. *Annu. Rev. Microbiol*, 53, 283-314.

Collins, S.J., Lawson, V.A., and Masters, C.L. (2004). Transmissible spongiform encephalopathies. *Lancet*, 363, 51-61.

Cook, R.W., Richards, R.B., and Middleton, D.J. (2010). Transmissible Spongiform Encephalopathies. *Australian and New Zealand Standard Diagnostic Procedure*, 16.

Diaz-Espinoza, R., and Soto, C. (2010). Generation of prions in vitro and the protein-only hypothesis. *Prion*, 2, 53-59.

Irie, K.I., Honda, H., Tateishi, T., Mori, S., Yamamoto, A., Morimitsu, M., Shinsuke, K., Moritaka, T., Kurata, S., Kumazoe, H., Shijo, M., Sasagasako, N., and Taniwaki, T. (2024). Dopaminergic neurodegeneration in Gerstmann-Sträussler-Scheinker (P102L) disease: insights from imaging and pathological examination. *Front Neurol*, 15, 1452709.

Johnson, R.T. (2005). Prion diseases. *Lancet. Neurol*, 4, 635-642.

Kalikiri, P.C., and Sachan, R.G. (2003). Prions-Proteinaceous Infectious Particles. *JIACM*, 4, 334-336.

Kanguru, L., Cudmore, S., Logan, G., Waddell, B., Smith, C., Molesworth, A., and Knight, R. (2024). A review of the enhanced CJD surveillance feasibility study in the elderly in Scotland, UK. *BMC Geriatr*, 24(1), 12.
Khan, Z., Sankari, A., and Bollu, P.C. (2024). Fatal Familial Insomnia. [Updated 2024 Feb 25]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482208/
Knight, R., Will, B. (2003). Prion Diseases. In: Brandt T, Caplan LR, Dichgans J, Diener HC, Kennard C. Neurological Disorders: Course and Treatment 2nd Ed., Academic Press, San Diego, 707-720.
Kothekar, H., and Chaudhary, K. (2024). Kuru Disease: Bridging the Gap Between Prion Biology and Human Health. Cureus, 16(1), e51708.
Mastrianni, J.A. (2004). Prion diseases. *Clinical Neuroscience Research*, 3, 469-480.
Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. and Altman, D.G. (2009). PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 6, e1000097.
Pocchiari, M., Poleggi, A., Principe, S., Graziano, S., and Cardone, F. (2009). Genomic and post-genomic analyses of human prion diseases. *Genome Medicine*, 1, 63.
Pritchard, C., and Hirsch, N. (2008). Prion diseases. *Anaesthesia & intensive care medicine*, 9, 207-209.
Salamat, M.K.F., Hunter, N., and Houston, E.F. (2025). No evidence of subclinical infection in sheep surviving oral challenge with prions. *J Gen Virol*, 106(3), 002087.
Srivastav, Y., and Hameed, A. (2024). Creutzfeldt-Jakob Disease (CJD): A Deadly Neurodegenerative Condition; Its Epidemiology, Monitoring, Current Status of Prevention and Circumvention. Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development, 12(6), 125-130.
Wadsworth, J.D.F., and Collinge, J. (2007). Update on human prion disease. *Biochim. Biophys. Acta*, 6, 598-609.
Zerr, I. (2008). Clinical and therapeutic aspects of prion disease. *Handb. Clin. Neurol*, 89, 737-764.
Zerr, I., Ladogana, A., Mead, S., Hermann, P., Forloni, G., and Appleby, B.S. (2024). Creutzfeldt-Jakob disease and other prion diseases. *Nat Rev Dis Primers*, 10(1), 14.

BARTIN-KUMLUCA DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky.) DOĞAL GENÇLEŞTİRME ALANLARINDA GENÇLİK DİNAMİKLERİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI İLE TAHMİN EDİLMESİ

Halil Barış ÖZEL
Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, 74100, Bartın
ORCID: 0000-0001-9518-3281
Tuğrul VAROL
Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, 74100, Bartın
ORCID: 0000-0002-0499-2129

ÖZET

Günümüzün en önemli çevre sorunu olarak canlı yaşamını tehdit eden küresel ısınmanın etkilerinin azaltılmasında karbon yutaklarının önemli bir rolü bulunmaktadır. Bu önemli karbon depolama ekosistemlerinin başında doğal kendisini yenileyebilen en önemli kaynak olan ormanlar gelmektedir. Ancak başta yangınlar olmak üzere tüm dünyadaki orman kaynakları erozyon, sel, taşkın, otlatma, kaçak kesimler ve yanlış silvikültürel müdahaleler gibi faktörlerin etkisi ile varlığını sürdürmek açısından önemli tehditlerle karşı karşıyadır. Bu durumun önlenebilmesi için ormanın en önemli biyolojik elementlerinden birisi olan ağaçların doğal gençliklerinin alana gelmesinden itibaren nasıl bir gelişim gösterdikleri ve alanda bulunma yani adaptasyon yetenekleri yakından takip edilmeli bu konudaki standartlar ortaya konulmalıdır. Bu kapsamda söz konusu bu araştırmada Türkiye ormanlarında geniş bir coğrafik varyasyona sahip olan ve kurduğu saf ve karışık orman yapıları ile doğal orman kaynakları içinde fonksiyonel, silvikültürel ve ekolojik açıdan çok değerli olan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) türüne ait optimal yayılış gerçekleştirdiği Batı Karadeniz Bölgesi, Bartın-Kumluca yöresinde bulunan doğal gençleştirme alanlarında 2020-2024 yılları arasında toplam 3 doğal gençleştirme sahasında yapılan doğal gençlik sayımları, boy ve kök boğaz çapı ölçümlerinden yararlanılarak doğu kayını gençliklerine ait gençlik dinamizmi tahmin edilmiştir. Bu amaçla araştırmada Naive Bayes (NB), Support Vector Machines (SVM), Decision Tree (DTree), K-Nearest Neighbourhood (kNN), Random Forest (RF), Gradient Boosted Trees (GBT) algoritmaları kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda makine öğrenmesi algoritmaları ile doğu kayınında gençlik dinamizmi ortalama %87,76 doğruluk düzeyinde tahmin edilmiş olup, makine öğrenmesi algoritmaları içinde en yüksek doğruluk dercesine sahip algoritmalar ise sırasıyla %93,26 doğruluk düzeyi ile RF ve %91,13 doğruluk düzeyi ile kNN olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Makine Öğrenmesi Algoritması, Doğu Kayını, Gençlik Dinamikleri

PREDICTION OF JUVENILE DYNAMICS USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN NATURAL REGENERATION AREAS OF ORIENTAL BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky.) IN BARTIN-KUMLUCA

ABSTRACT

Carbon sinks play an important role in reducing the effects of global warming, which is the most important environmental problem of our day and threatens all living things. At the forefront of these important carbon storage ecosystems are forests, which are the most important natural renewing resources. However, forest resources all over the world, especially fires, face significant threats to their survival due to factors such as erosion, floods, inundations, grazing, illegal cutting and incorrect silvicultural interventions. In order to prevent this situation, the development of trees, one of the most important biological elements of the forest, from the arrival of their natural youth to the area and their ability to be present in the area, i.e. their adaptation, should be closely monitored and standards should be set in this regard. In this context, in this research, the juvenile dynamism of Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) species, which has a wide geographical variation in Turkish forests and is very valuable in terms of functional, silvicultural and ecological aspects within natural forest resources with its pure and mixed forest structures, was estimated by utilizing the natural juvenile counts, height and root collar diameter measurements carried out in a total of 3 natural regeneration areas in the Bartın-Kumluca region of the Western Black Sea Region between the years 2020-2024. For this purpose, Naive Bayes (NB), Support Vector Machines (SVM), Decision Tree (DTree), K-Nearest Neighborhood (kNN), Random Forest (RF), Gradient Boosted Trees (GBT) algorithms were used in the research. As a result of the analysis, the juvenile dynamism in oriental beech was estimated with an average accuracy level of 87.76% with machine learning algorithms, and the algorithms with the highest accuracy level among the machine learning algorithms were RF with 93.26% accuracy level and kNN with 91.13% accuracy level, respectively.

Keywords: Machine Learning Algorithm, Oriental Beech, Juvenile Dynamics

1.INTRODUCTION

Forests are natural resources of critical importance in terms of climate balance, water cycle and biodiversity protection. The sustainability of these ecosystems depends on a healthy regeneration process. In this context, natural regeneration is the process of renewing forests within their own dynamics, without the need for external seedling planting or sowing seeds. Natural regeneration is one of the cornerstones of sustainable forest management. This method, which is both ecologically and economically beneficial, is important for leaving healthy forests

for future generations (Saatçioğlu, 1971). Therefore, natural regeneration processes need to be supported and protected. In order to be successful in natural regeneration, it is necessary to provide some important conditions. If we need to detail these conditions; There should be a sufficient number of mother trees that can produce healthy seeds in the area where regeneration will be performed. These trees should consist of individuals with high genetic quality and compatible with the environment. The structure of the soil, its water holding capacity and organic matter content should be suitable for seedling development. In addition, climatic factors (rainfall, temperature, sunshine duration) should be suitable for the survival of juvenile individuals (Peters, 1992). In particular, in species that require light (such as oak and red pine), there should be sufficient open space in the forest cover for the development of young shoots. If necessary, intervention should be made for light regulation. Shrubs and herbaceous plants that compete with the saplings for water, nutrients and light should be cleaned. In this way, young individuals develop more healthily. Juvenility saplings can be damaged especially by grazing animals (goats, sheep) and some wild animals. Therefore, grazing should be limited and necessary protection measures should be taken. Forest fires and human-induced damage (field opening, illegal cutting, etc.) negatively affect natural regeneration. fire-fighting measures and inspections are important for the healthy functioning of this process. The regeneration process should be regularly observed and interventions should be made when necessary. Technical inspection and guidance to be carried out by forest engineers increases the chance of success. One of the important details in this regard is the variation shown by the biological dynamics of the young people who come to the area as a result of natural processes and the energy they have during their stay in the area. The wider and more clearly this variation is and the more it can be monitored, the higher and higher the success rate of natural regeneration studies will be (Özel, 2007). In this context, determining the youth dynamics with sampling areas to be taken in regeneration areas is a very difficult, time-consuming and costly study. In this context, it may be possible to benefit from current and modern technologies especially after the annual youth counts in determining these dynamics. In this context, in this study, the possibilities of making predictions about the youth dynamics of the Oriental Beech juvenilities were investigated by using the raw data obtained from the counts, measurements and determinations carried out in the sampling areas taken in the natural beech juvenile obtained after the seed cutting carried out in the Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) in 3 compartments in Bartın-Kumluca Forest Management Directorate for two years, by using machine learning algorithms.

2.MATERIAL AND METHOD

Kumluca Forest Management Directorate is located within the borders of Ulus district of Bartın province and is administratively affiliated to Ulus Forest Management Directorate. The lowest point of Kumluca Forest Management Directorate is Kumluca Creek with 74 meters and the highest point is Karakaya Hill with 1528 meters, the average altitude is 801 meters (Anon. 2011). According to the current management plan (2011-2020) data of Kumluca Forest Management Directorate; It has a total area of 14517.4 ha, including 8474.9 ha productive forest, 629.3 ha degraded forest, 84.7 ha forest soil (OT), 5328.3 ha other areas (settlement, agriculture, water, etc.). It consists of 121 sections. Kumluca region is located in the Western Black Sea region. Summers are cool and rainy. Rainfall generally decreases heavily in winter, spring and autumn seasons. It is among the centers with low average temperatures. The dominant wind direction of the region is north, northwest. Vegetation generally starts in April and ends in October (Anon. 2011). When the bedrock of the Kumluca region is examined, sedimentary and metamorphic structure is seen (Anon., 2011). For this reason, limestone, marl and flysch formations are encountered on steep slopes where the slope increases, while clay is the dominant rock type in areas where the slope is less. In addition, the soil characteristics of the Kumluca region are fertile brown forest soil (Anon. 2011). In Kumluca Forest Enterprise Directorate, natural regeneration studies were carried out in an area of 27.4 hectares and in the Kncd1 stand type according to the management plan in section 19 where 2016 was determined to be an abundant seed year. During seeding cutting; A total of 2756 m^3 of materials were taken, including 2600 m^3 of beech, 40 m^3 of hornbeam and 116 m^3 of other leafy species (chestnut, poplar) (Anon. 2016). In compartment no. 32 of Kumluca Forest Management Directorate where 2016 was determined as an abundant seed year, natural regeneration works were carried out in a 48.3 hectare area in Knd_2 stand with the Large Area Trench Method according to the management plan. During the seeding cutting, a total of 4512 m^3 of materials were taken from compartment no. 32, including 4401 m^3 of beech, 89 m3 of hornbeam and 22 m^3 of other leafy species (chestnut, poplar) (Anon. 2016). In compartment no. 33 of Kumluca Forest Management Directorate, natural regeneration works were carried out in a 51.2 hectare area in Knd2 stand due to the abundant seed year of 2016. During the seeding cutting, a total of 6117 m3 of goods were taken from compartment no. 33, including 5300 m^3 of beech, 369 m^3 of hornbeam and 448 m^3 of other deciduous species (chestnut, poplar) (Anon. 2016).

In order to evaluate the characteristics of the youth formed in the compartments numbered 19, 32 and 33 of Kumluca Forest Management Directorate, which is our research area, some data were measured by taking trial areas in the compartments. In each compartment, 20x20 wide sample areas were studied on the upper slope, middle slope and lower slope. In each trial area; bottom neck diameter, seedling height, seedling leaf length and width, last year shoot length were measured on 30 saplings and given in the tables below. The aspect, sea level, and location information of each trial area were determined with the help of GPS and evaluated. Root neck diameters were measured with a digital caliper with mm precision. Leaf length, leaf width, seedling height and last year shoot lengths were evaluated with mm precision.

In the study, one-way variance analysis was performed to determine whether there was a difference between the compartments in terms of youth dynamism (growth parameters) and in case of a significant difference as a result of this analysis, Duncan test was performed at $P<0.05$ confidence level to group the compartments in terms of the relevant parameter. For all statistical analyses, SPSS package program was used (SPSS Inc, 2002).

The juvenile dynamism of oriental beech juveniles was estimated by using natural juvenile counts, height and root collar diameter measurements made in 3 natural regeneration areas in Bartın-Kumluca region between 2020-2024. For this purpose, Naive Bayes (NB), Support Vector Machines (SVM), Decision Tree (DTree), K-Nearest Neighborhood (kNN), Random Forest (RF), Gradient Boosted Trees (GBT) algorithms were used in the research. The performances of the algorithms were determined by the most successful algorithm and the performance measurement was carried out with the Accuracy Rate, Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE) and Kappa values (Hastie et al., 2009; Hsu et al., 2010).

3.RESULTS AND DISCUSSIONS

In each of the rejuvenation areas in compartments 19, 32 and 33, the bottom throat diameter, seedling height, seedling leaf length and width, last year shoot length values were measured on 30 young trees and the averages of these values were found and shown in Table 1.

Table 1. Mean values of growth parameters of natural juveniles of oriental beech

Division No	Seedling Height (cm)	Root Collar Diameter (cm)	Length of The Last Shoot (cm)	Leaf Length (cm)	Leaf Widht (cm)
19	26.9	1.7	13.8	6.3	4.3
32	28.1	1.6	14.6	6.9	4.5
33	27.4	1.8	14.2	6.7	4.4

When the mean values in Table 1 are examined, it is possible to state that the initial growth course, called the youth dynamism, of the natural beech juveniles that hold on and adapt to the area after germination is positive. Indeed, it was reported that similar results were obtained regarding the initial growth of the eastern beech juveniles in a similar study conducted in the research area in previous years (Özel, 2007). Within the scope of the research, the algorithm results regarding the predictions made with the machine learning algorithms applied to the raw youth dynamics data made in the trial areas taken according to the random blocks from the natural regeneration areas are given in Table 2.

Table 2. Results of machine learning algorithms

Algorithms	Accuracy Rate	Kappa Statistics	MAE	RMSE
Naive Bayes (NB)	85,47	0.0047	0.1816	0.357
Support Vector Machines (SVM)	85,62	0.0041	0.1795	0.336
Decision Tree (DTree)	84,39	0.0053	0.1965	0.503
K-Nearest Neighbourhood (kNN)	91.13	0.0	0.0523	0.233
Random Forest (RF)	93.26	0.0	0.0498	0.218
Gradient Boosted Trees (GBT)	86.71	-0.0026	0.1541	0.229

As a result of the analysis, the juvenile dynamism in oriental beech was estimated with an average accuracy level of 87.76% with machine learning algorithms, and the algorithms with the highest accuracy level among the machine learning algorithms were RF with 93.26% accuracy level and kNN with 91.13% accuracy level, respectively. In a similar prediction modeling conducted on oaks, the best algorithms were determined to be RF and kNN (De'ath, 2007).

4.CONCLUSIONS

It has been determined that youngsters come frequently enough in the research fields to require thinning in the following years. It has been determined that the average height growth of beech youngsters is between 13.8-14.6 cm at the age of 2, and the root collar diameter of the seedlings is between 0.7-0.8 cm. As a result of these evaluations, it can be said that the rejuvenation

studies are successful. On the other hand, although very short-term data were used in the estimations made with machine learning algorithms using the juvenility dynamics data obtained regarding the first 2 years of growth of natural eastern beech youngsters, a high level of accuracy was achieved with the RF and kNN algorithms. Therefore, in order to make more secure and more current situation-reflecting estimations, much higher accuracy estimations can be made with the algorithms using the raw data obtained with field measurements and counts of longer years, and technical forestry personnel can benefit from these applications in a way that will save time and money.

REFERENCES

Anon. (2001). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, 2000 Yılı Çalışma Raporu, 2001 Yılı Çalışma Programı, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 3: Ankara, 32 s.
Anon. (2011). Ulus Orman İşletme Müdürlüğü, Kumluca Orman İşletme Şefliği Model Amenajman Kitabı. 50 s.
Anon. (2016). Kumluca Orman İşletme Şefliği 2016 yılı 35 Nolu Tabloları
De'ath, G (2007) Boosted trees for ecological modeling and prediction. Ecology 88, 243–251. doi:10.1890/0012-9658(2007)88[243:BTFEMA] 2.0.CO;2
Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.H., 2009. The elements of statistical learning: data mining, Inference and Prediction, 2nd edn. Springer, New York, USA p. 533.
Hsu, C.-W., Chang, C.-C., Lin, C.-J., 2010. A Practical Guide to Support Vector ClassificationDepartment of Computer Science, National Taiwan University, Taipei, Taiwan16.
Özel, H.B. (2007). Bartın ve Devrek doğu kayını ormanlarında meşcere kuruluşları ve grup gençleştirme uygulamalarının başarısını etkileyen faktörler. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi (yayımlanmamış), 272s.
Peters, R. (1992). Ecology of Beech Forests in The Northern Hemisphere, Wageningen, Nederlands, 125 p.
Saatçioğlu, F. (1971). Orman Ağacı Tohumları, İ.Ü Orman Fakültesi, İ.Ü Yayın No: 1649, O.F Yayın No: 173, 3. Baskı, İstanbul, 226 s.
SPSS Inc, (2002). SPSS 11.0 guide to data analysis, Published by Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA. 637 pp.

BAZI SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) ORİJİNLERİNDE MORFO-GENETİK KARAKTERLERİN MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI İLE TAHMİN EDİLMESİ

Halil Barış ÖZEL
Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, 74100, Bartın
ORCID: 0000-0001-9518-3281
Tuğrul VAROL
Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, 74100, Bartın
ORCID: 0000-0002-0499-2129

ÖZET

Açık alan koşullarında meydana gelen ve şekillenen ormanların alan ve nitelik olarak geliştirilmesinde ve yaygınlaştırılmasında ağaçlandırma ve rehabilitasyon uygulamalarının ayrı bir yeri ve önemi vardır. Bu kapsamda ağaçlandırma ve rehabilitasyon çalışmalarında doğru tür ve orijinlerin seçilmesi başarı oranını yükseltmektedir. Bu itibarla özellikle doğru orijinlerin belirlenmesinde önemli genetik göstergeler olan morfolojik özelliklerden yararlanılması zorunludur. Bu kapsamda ülkemizin farklı coğrafik koşullarında değişik amaçlarla gerçekleştirilen ağaçlandırma ve rehabilitasyon çalışmalarında yaygın olarak kullanılan türlerin başında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) gelmektedir. Bu araştırmada da Kastamonu-Taşköprü, Kastamonu-Daday, Eskişehir-Çatacık ve Kars-Sarıkamış orijinli 2 yaşlı çıplak köklü fidanlarda gerçekleştirilen boy, kök boğaz çapı, son yıl sürgün uzunluğu ve ana kök uzunluğu gibi kantitatif morfolojik karakterlerde 2023 yılı vejetasyon dönemi sonunda fidanlık koşullarında gerçekleştirilen ölçümler sonucunda elde edilen ham veriler kullanılarak makine öğrenmesi algoritmaları ile orijinlerin morfo-genetik özelliklerinin gelecek yaşlardaki gelişimleri ve büyüme performansları tahmin edilmiştir. Bu amaçla araştırmada Naive Bayes (NB), Support Vector Machines (SVM), Decision Tree (DTree), K-Nearest Neighbourhood (kNN), Random Forest (RF), Gradient Boosted Trees (GBT) algoritmaları kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda makine öğrenmesi algoritmaları ile sarıçam orijinlerinde morfo-genetik parametrelerin tahmininde ortalama %79,24 doğruluk düzeyi yakalanmış olup, makine öğrenmesi algoritmaları içinde en yüksek doğruluk dercesine sahip algoritmalar ise sırasıyla %84,77 doğruluk düzeyi ile kNN ve %80,76 doğruluk düzeyi ile SVM olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Makine Öğrenmesi Algoritması, Sarıçam, Morfoloji, Fidan.

PREDICTION OF MORPHO-GENETIC CHARACTERISTICS IN SOME SCOTS PINE (*Pinus sylvestris* L.) PROVENANCES BY MACHINE LEARNING ALGORITHMS

ABSTRACT

Afforestation and rehabilitation practices have a special place and importance in the development and expansion of forests formed and shaped in open field conditions in terms of area and quality. In this context, choosing the right species and origins in afforestation and rehabilitation works increases the success rate. In this respect, it is necessary to use morphological characteristics, which are important genetic indicators, especially in determining the right origins. In this context, Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) is one of the species commonly used in afforestation and rehabilitation works carried out for different purposes in different geographical conditions of our country. In this research, the development of morpho-genetic traits of the origins in future ages and their growth performances were estimated using the raw data obtained as a result of measurements taken under nursery conditions at the end of the 2023 vegetation period in quantitative morphological characters such as height, root collar diameter, last year shoot length, and main root length of 2-year-old bare-root saplings originating from Kastamonu-Taşköprü, Kastamonu-Daday, Eskişehir-Çatacık and Kars-Sarıkamış. For this purpose, Naive Bayes (NB), Support Vector Machines (SVM), Decision Tree (DTree), K-Nearest Neighborhood (kNN), Random Forest (RF), Gradient Boosted Trees (GBT) algorithms were used in the research. As a result of the analysis, an average of 79.24% accuracy was achieved in the estimation of morpho-genetic parameters in Scots pine origins with machine learning algorithms, and the algorithms with the highest accuracy among the machine learning algorithms were kNN with 84.77% accuracy and SVM with 80.76% accuracy, respectively.

Keywords: Machine Learning Algorithm, Scots Pine, Morphology, Seedling.

1.INTRODUCTION

The expression "The importance of morphogenetic characters in the life of trees" expresses how a tree's morphology (shape and structure features) and genetic structure interact and how critical these features are in terms of tree development, durability and adaptation to the environment. Morphogenetic characters have a very important role in the life of trees. Because morphological features that are seen and characterized from the outside alone can provide very important indicator information about the life processes of trees and the changes in these processes. Accordingly, genetic structure and morphological features affect the growth rate, form and life span of the tree. Resistance to factors such as drought, cold and wind is related to leaf, root and

stem features. Morphogenetic differences enable some individuals to be more resistant to pests and diseases. In forestry, the selection and breeding of individuals with superior features are based on these characters. Morpho-genetic characters can vary at the origin and clone level as well as within families (Tunçtaner, 2007). In this sense, monitoring the changes in question and determining the adaptation ability of the species, especially at the scale of the area where the application will be made, are important for the success of afforestation and artificial regeneration studies, and in order to reveal this situation, common garden studies should be carried out in different ecological conditions of our country (Destan, 2013). The basis of these studies should be knowledge about morphological characters. In this study, raw data obtained as a result of measurements carried out in 2-year-old bare-rooted seedlings originating from Kastamonu-Taşköprü, Kastamonu-Daday, Eskişehir-Çatacık and Kars-Sarıkamış in quantitative morphological characters such as height, root collar diameter, last year shoot length and main root length at the end of the 2023 vegetation period in nursery conditions were used to estimate the development of morpho-genetic characteristics of the origins and their growth performances at future ages with machine learning algorithms.

2. MATERIAL AND METHOD

This research was carried out on the trial established to determine the morphogenetic properties of 2+0 year old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings grown from seeds collected from 4 different origins in Kastamonu-Daday Forest Nursery in 2023. In order to make morpho-genetic determinations in seedlings, examinations are made on some morphological parameters. In determining the morpho-genetic properties of seedlings, morphological properties such as seedling length, root collar diameter and root/stem relationship, fresh and dry weight of root, stem and seedling were measured. These morphological parameters are decisive in revealing the differences between origins. While morphological parameters give an idea about the genetic structure of seedlings, they also provide information about the growing environment conditions. It should not be forgotten that the differences between origins are related to each other's genetic structure and growing environment conditions (Genç, 2007). In determining the properties of seedlings; It carries morphological characteristics such as seedling height, last year shoot length, root/stem relationship root collar diameter and fresh weight of root, stem and seedling, and physiological characteristics such as root renewal ability, nutrient requirement and amount of seedlings, water potential. However, according to the studies conducted, morphological characteristics are generally used in determining the quality of seedlings, and among these, seedling height and root collar diameter or these two characteristics are used together.

Morphological characteristics can give an idea about whether the seedling will adapt to the conditions of the growing area (Şimşek, 1992).

In this study, quantitative morphological characters such as height, root collar diameter, last year shoot length and main root length were measured and determinations were made in 2-year-old bare-rooted seedlings originating from Kastamonu-Taşköprü, Kastamonu-Daday, Eskişehir-Çatacık and Kars-Sarıkamış. In the study, 3 replicate measurements were made for morphological characters in each origin. In each replication, 30 2+0 Scots pine seedlings were used. Thus, a total of 90 seedlings were used in determining the morphological characters for a single origin. In this context, measurements and determinations for morphological characters were made on a total of 360 seedlings for the 4 origins included in the study. In the evaluation of the measurement results made on general morphological characters in the research, Kolmogorov-Simirnov test was applied in the SPSS program to determine whether the data showed normal distribution. Then, one-way analysis of variance was applied to the raw data sets obtained from the measurement and germination tests at the $P < 0.05$ confidence level. Duncan test was applied at the $P < 0.05$ confidence level in grouping the statistical differences that emerged as a result of the variance analysis. For all statistical analyses, SPSS package program was used (SPSS Inc, 2002). Naive Bayes (NB), Support Vector Machines (SVM), Decision Tree (DTree), K-Nearest Neighborhood (kNN), Random Forest (RF), Gradient Boosted Trees (GBT) algorithms were used in the research. Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE) and Kappa values (Hastie et al., 2009; Hsu et al., 2010).

3.RESULTS AND DISCUSSIONS

The results of the variance analysis and Ducan test applied to the data obtained from the measurements carried out on some morphological characteristics of 2+0 year old Scots pine saplings in the nursery according to their origins are given in Table 1.

Table 1. Variance Analysis and Duncan Test Results for Morphological Characteristics of Provenances

Provenaances	***F=134.56****	***F=105.23****	***F=2.418****	***F=1.945****
	Height of Seedling (cm)	**Root Collar Diameter (cm)**	**The Length of Last Shoot (cm)**	**The Length of Main Root (cm)**
Kastamonu-Taşköprü	13.45**b**	3.82**ab**	2.38**b**	1.58**a**
Kastamonu-Daday	14.86**a**	4.25**a**	3.26**a**	1.63**a**
Eskişehir-Çatacık	13.32**b**	3.76**ab**	2.14**b**	1.46**ab**
Kars-Sarıkamış	12.73**c**	2.87**c**	1.75**c**	1.28**c**

***:** Significant difference at P<0.05 confidence level,
****:** Significant difference at P<0.01 confidence level

When the results in Table 1 are examined, a statistically significant difference was determined at the 99% confidence level as a result of the variance analysis applied between the average height of 2+0 year old Scots pine saplings. According to the Duncan test result performed at the 95% confidence level, the Daday origin ranked first with 14.86 cm in terms of average height growth, followed by the Taşköprü, Çatacık and Sarıkamış origins (Table 1). In terms of root collar diameter development, a statistically significant difference was determined at the 99% confidence level as a result of the variance analysis applied. According to the Duncan test result applied at the 95% confidence level, the Daday origin ranked first in terms of average root collar diameter development, the Taşköprü and Çatacık origins ranked second, and the Sarıkamış origin ranked last (Table 1). According to the variance analysis result in terms of last year shoot length, a statistically significant difference was found between the origins at the 95% confidence level. According to the results of the Duncan test applied at 95% confidence level, Daday origin was again in the first place in terms of shoot length in the last year, followed by Taşköprü and Çatık origins and Sarıkamış origin (Table 1). In terms of main root length, a significant difference was found at 95% confidence level as a result of the variance analysis among 2+0 year old Scots pine saplings in terms of origins. Again, as a result of the Duncan Test applied at 95% confidence level, Daday and Taşköprü origins, which are Kastamonu origins, were in the first group, Çatacık origin in the second group and Sarıkamış origin in the third group (Table 1). In some of the other studies conducted on Scots pine origins, a significant difference was found at 99% confidence level between the origins at the end of the 2nd year, and it was determined that the highest average height growth in Scots pine saplings was in the Edinburgh origin with 13.95 cm (Perks and McKay, 1997). In another study conducted to determine the quality classes in Scots pine saplings, it was determined that the average height of 2+0 year old Scots pine saplings varied between 11.02 cm and 12.60 cm (Demircioğlu et al., 2004). According to these comparative values, it is possible to say that the saplings of the four local origins examined in this study showed a good trend in terms of development performance. Within the scope of the research, the algorithm results regarding the predictions made with the machine learning algorithms applied to the raw morphogenetic data made in the trial areas taken according to the random blocks from the nursery conditions are given in Table 2.

Table 2. Results of machine learning algorithms

Algorithms	Accuracy Rate	Kappa Statistics	MAE	RMSE
Naive Bayes (NB)	74.13	0.085	0.1982	0.488
Support Vector Machines (SVM)	80.76	0.0	0.1675	0.354
Decision Tree (DTree)	79.85	0.063	0.1713	0.479
K-Nearest Neighbourhood (kNN)	84.77	0.0	0.1546	0.297
Random Forest (RF)	78.63	0.075	0.1837	0.465
Gradient Boosted Trees (GBT)	77.34	-0.092	0.1953	0.472

As a result of the analysis, an average of 79.24% accuracy was achieved in the estimation of morpho-genetic parameters in Scots pine origins with machine learning algorithms, and the algorithms with the highest accuracy among the machine learning algorithms were kNN with 84.77% accuracy and SVM with 80.76% accuracy, respectively.

4.CONCLUSIONS

There is great benefit in evaluating the relationships between morphological characters in terms of genetics, success of seedlings to take hold and seedling quality classification. For this purpose, in the adaptation and quality classification activities related to Scots pine seedlings to be used in afforestation studies to be carried out in the region, the relationship between seedling height (FB) and root collar diameter (RBD) should be emphasized. Scots pine origins with machine learning algorithms, and the algorithms with the highest accuracy among the machine learning algorithms were kNN with 84.77% accuracy and SVM with 80.76% accuracy, respectively. Within the framework of these findings, using the findings based on the measurement, counting and detection results to be obtained from nursery trials to be carried out in longer years and with a larger number of origins or cones, especially with the help of modern techniques such as mechanical learning algorithms, the establishment of seedling quality classes, origin evaluation and origin selection, which are closely related to afforestation success and adaptation ability, can be achieved with lower error rates and higher accuracy levels.

REFERENCES

Demircioğlu, N., Ayan, S., Avanoğlu, B., Sıvacıoğlu, A. (2004). Kastamonu-Taşköprü Orman Fidanlığında üretilen 2+0 yaşlı sarıçam (Pinus sylvestris L.) fidanlarının TSE normlarına göre değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 10(2): 243-251.
Destan, S. (2013). Istıranca Dağlarında İğne Yapraklı Ağaç Türleriyle Ağaçlandırma İmkanları. İ.Ü Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul, 63(1): 51-68.
Genç, M. (2007). Fidan Standardizasyonu, Fidan Yetiştirmenin Biyolojik ve Teknik Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları: 75, Isparta, 555 s.
Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.H., 2009. The elements of statistical learning: data mining, Inference and Prediction, 2nd edn. Springer, New York, USA p. 533.

Hsu, C.-W., Chang, C.-C., Lin, C.-J., 2010. A Practical Guide to Support Vector ClassificationDepartment of Computer Science, National Taiwan University, Taipei, Taiwan16.
Perks, M.P. ve Mckay, H.M. (1997). Morphological and physiological differences in Scots pine seedling of six seed origins. University of Edinburg Darwin Building Mayfield Road, Edinburg, Scotland.
SPSS Inc, (2002). SPSS 11.0 guide to data analysis, Published by Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA. 637 pp.
Şimşek, Y. (1992). Ağaçlandırmalarda kaliteli fidan kullanma sorunları. Orman Araştırma Enstitüsü Dergisi: 65: 25-30.
Tunçtaner, K. (2007). Orman Genetiği ve Ağaç Islahı, Türkiye Ormancılar Derneği Eğitim Dizisi: 4, Ankara, 364 s.

PREPARATORY CLASS STUDENTS' METAPHORICAL PERCEPTIONS TOWARDS LEARNING ENGLISH

Öğr. Gör. Dr. Okan DEDE
Karabük University, School of Foreign Languages, Karabuk
ORCID ID: 0000-0002-2771-6522

ABSTRACT

This study aims to examine the metaphorical perceptions of preparatory class students towards learning English. Metaphors are cognitive tools that enable individuals to make sense of abstract concepts and enable the evaluation of language learning processes from the student's perspective. The research was conducted using a phenomenological design within the framework of the qualitative research method. The sample of the study consists of 20 students studying in the preparatory class of a state university in the Western Black Sea Region in the 2024-2025 academic year. During the data collection process, the participants were asked to complete the statement "Learning English is like … Because …" and the obtained data were evaluated using the content analysis method. According to the research findings, the students' metaphorical perceptions towards learning English were gathered under six main themes: Difficult Process, Discovery and Learning, Patience and Effort, Cultural and Cognitive Expansion, Making Connections and Obligation and Pressure. These themes show that the students sometimes perceive the English learning process as complex and challenging, and sometimes as discovery and development-oriented. In particular, some students emphasize the difficulty of the process by expressing language learning with metaphors such as "labyrinth" or "mountain climbing", while others emphasize the discovery aspect of the process by using metaphors such as "journey" or "moving to a new city". On the other hand, students who define learning English with metaphors such as "prison" or "a difficult road" see language learning as an obligation and pressure. The results of the study reveal that students' perceptions of the English learning process vary and that these perceptions are closely related to their learning motivation. The findings emphasize that students' individual perceptions should be taken into account in language teaching and reveal the importance of teachers developing strategies to increase students' motivation. In addition, it was concluded that metaphors are an effective tool in determining perceptions in the language learning process. In this context, it is recommended that metaphorical perceptions of the English learning process be examined in terms of different demographic variables in future studies.

Keywords: Learning English, Metaphor, Learning a Foreign Language

HAZIRLIK SINIFI ÖĞRENCİLERİNİN İNGİLİZCE ÖĞRENMEYE YÖNELİK METAFORİK ALGILARI

ÖZET

Bu çalışma, hazırlık sınıfı öğrencilerinin İngilizce öğrenmeye yönelik metaforik algılarını incelemeyi amaçlamaktadır. Metaforlar bireylerin soyut kavramları anlamlandırmalarını sağlayan bilişsel araçlar olup dil öğrenme süreçlerinin öğrenci perspektifinden değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Araştırma nitel araştırma yöntemi çerçevesinde fenomenolojik bir desen kullanılarak yürütülmüştür. Çalışmanın örneklemini 2024-2025 akademik yılında Batı Karadeniz'de bir devlet üniversitesinin hazırlık sınıfında eğitim gören 20 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama sürecinde katılımcılardan "İngilizce öğrenmek … gibidir. Çünkü …" ifadesini tamamlamaları istenmiş ve elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin İngilizce öğrenmeye ilişkin metaforik algıları altı temel tema altında toplanmıştır: Zorlu Süreç, Keşif ve Öğrenme, Sabır ve Emek, Kültürel ve Bilişsel Genişleme, Bağlantı Kurma ve Mecburiyet ve Baskı. Bu temalar öğrencilerin İngilizce öğrenme sürecini bazen karmaşık ve zorlayıcı, bazen de keşif ve gelişim odaklı olarak algıladıklarını göstermektedir. Özellikle bazı öğrenciler dil öğrenmeyi "labirent" veya "dağa tırmanma" gibi metaforlarla ifade ederek sürecin zorluğuna vurgu yaparken, bazıları ise "yolculuk" veya "yeni bir şehre taşınmak" metaforlarını kullanarak sürecin keşif yönünü ön plana çıkarmaktadır. Öte yandan İngilizce öğrenmeyi "hapishane" veya "çileli bir yol" gibi metaforlarla tanımlayan öğrenciler dil öğrenmeyi bir zorunluluk ve baskı unsuru olarak görmektedir. Araştırmanın sonuçları öğrencilerin İngilizce öğrenme sürecine yönelik algılarının çeşitlilik gösterdiğini ve bu algıların öğrenme motivasyonlarıyla yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular dil öğretiminde öğrencilerin bireysel algılarının dikkate alınması gerektiğini vurgulamakta ve öğretmenlerin öğrencilerin motivasyonunu artırıcı stratejiler geliştirmelerinin önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca metaforların dil öğrenme sürecindeki algıları belirlemede etkili bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda gelecekteki çalışmalarda İngilizce öğrenme sürecine yönelik metaforik algıların farklı demografik değişkenler açısından incelenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İngilizce Öğrenme, Metafor, Yabancı Dil Öğrenme

1.INTRODUCTION

The word metaphor is of Greek origin and is derived from the combination of the words “meta” (to change) and “pherein” (to transfer) (Levine, 2005; Yılmaz et al. 2013). Conceptually, it means transferring one element to another (Yalçın & Erginer, 2012) and is defined as expressing a concept through another concept (Kövecses, 2002). Lakoff & Johnson (2003) stated that the basic function of metaphor is the process of interpreting and experiencing a phenomenon through another phenomenon. In other words, metaphor is the indirect explanation of a concept, situation or object not directly with its own characteristics but with the help of a different concept or object (Akbaba Altun & Apaydın, 2013). Metaphors are linguistic tools that allow individuals to make abstract comparisons and are frequently used especially by poets (Chiappe et al., 2003). In metaphorical communication, the meaning is transferred from its current context to a higher meaning (Gültekin et al., 2016). Metaphors, which emerge in different forms such as simile, metaphor, simile and metaphor, are considered to be one of the most powerful cognitive tools that shape, direct and structure thoughts about the formation and functioning of events (Saban, 2004). Since the 1980s, the use of metaphor has been the subject of extensive research in different disciplines of social sciences (Gültekin et al., 2016). The concept of metaphor was first addressed in a scientific context in 1980 with the work titled “Metaphors We Live By” developed by Lakoff & Johnson (Beşkardeş, 2007). In this study;

- It has been emphasized that metaphors are not limited to language, but also encompass thought and action processes,

- They are an inseparable part of daily life and language,

- Although metaphors are generally perceived as poetic images or decorative elements, they are actually a natural and functional component of language (Lakoff & Johnson, 2003).

In educational research, metaphors are used to make abstract concepts more concrete and understandable (Lakoff & Johnson, 2003; Singh, 2010). As stated by Low (2015), the use of metaphors in educational environments can improve learning and teaching processes. For this reason, metaphors are considered an important data collection tool in educational research conducted to examine students' perceptions and beliefs (Cameron & Low, 1999). Although generally considered as a figure of speech, metaphors are also used to increase the awareness of prospective teachers in the field of language teaching and to support their reflective thinking processes. In addition to their effects on teaching content and method, they also contribute to

understanding teachers' behaviors in the classroom (Arshavskaya, 2014; Herron, 1982). Metaphors can help educators look at events from different perspectives and discover previously unnoticed perspectives (Martinez et al., 2001).

The main goal of foreign language teaching is to enable individuals to communicate effectively with people of the culture of that language by using the target language correctly and appropriately (Altundağ, 2014). There are various factors that affect successful communication in a foreign language. These factors include gender, intelligence level, learning capacity, learning strategies used, desire or reluctance to learn, personal curiosity, empathy, interaction level, patience, ethnicity, attitudes and beliefs. In addition to these, the individual's level of shyness, introversion or extroversion, self-confidence, success in language skills, vocabulary, grammar proficiency, pronunciation skills, use of intonation and stress, and elements related to language acquisition such as mother tongue transfer also play an effective role (Brown, 1973; Karatay & Kartallıoğlu, 2016; Mehdiyev et al., 2017). In addition, motivation, anxiety and determination are also among the factors that directly affect the foreign language learning process. Motivation, which is considered as an internal factor, has an important role in language learning (Biçer, 2016; Tunçel, 2014). While lack of motivation can negatively affect the learning process (Acat & Demiral, 2002; Brown, 1973), individuals with sufficient motivation continue to make efforts until they reach their goals (Dişlen, 2013; Dörnyei, 1994; Ekiz & Kulmetov, 2016; Long et al., 2013; Takahashi, 2018; Ushida, 2005; Vibulphol, 2016; Wong, 2014). Anxiety is a determining factor in the language learning process, and both low-level anxiety and extreme anxiety can negatively affect the learning process (Aydın & Zengin, 2008). In addition, determination is also considered a critical element in foreign language learning, supporting the individual to work steadily and maintain continuity in achieving their goals.

When the literature is examined, it is seen that there are studies in which metaphors are used to examine the perspectives of students in the preparatory class. Aktekin (2013) examined the phenomenon of learning English through metaphors and evaluated the perceptions of 30 preparatory class instructors and 156 students in this context. In the study conducted by Pehlivan et al. (2020), the metaphors of 107 university students enrolled in the English preparatory program regarding the concepts of “English” and “learning English” were examined. According to the research findings, the students' metaphors for the concept of English were collected under eight basic categories: process, effort, obligation, general knowledge, universality, communication, necessity, and hopelessness. The metaphors related to the concept of learning English were grouped under nine categories: effort, process,

universality, general knowledge, obligation, necessity, hopelessness, self-confidence, and communication. As a result of the study, it was determined that the students' metaphorical perceptions towards English were generally positive and that they were aware that learning English was an inevitable necessity. Erdem (2018) analyzed university students' metaphorical perceptions of English in terms of variables such as gender, faculty, and the type of high school they graduated from. Studies have shown that studies based on the use of metaphors on English and English learning issues, especially in the Turkish context, are limited. Therefore, in the current study, an examination was conducted on individuals who received intensive English education and the findings were aimed to contribute to the field.

2.METHOD

This research is a qualitative study conducted to determine students' metaphorical perceptions of learning English. Qualitative research aims to understand different perspectives and the reasons behind these perspectives, to share the meanings that individuals attribute to concepts, and to discover how lived experiences are structured subjectively (Berg & Lune, 2015). In other words, this type of research focuses on analyzing what a certain phenomenon means to individuals (Merriam, 2013). In this study, the phenomenological approach, which is one of the frequently used designs in qualitative research, was adopted. Phenomenological research aims to discover the underlying meaning of a certain concept based on the experiences of the participants and to reveal the basic structure of this concept. This process, which the researcher carries out with awareness of his subjective judgments, focuses on the phenomena that the participants directly experience but cannot explain in detail (Merriam, 2013; Yıldırım & Şimşek, 2011). In this context, the phenomenological design was preferred in this study in order to reveal the meanings that preparatory class students attribute to learning English and the underlying reasons for these meanings.

2.1.Participants

The sample of this study consists of students who received English language education at the School of Foreign Languages of a state university located in the Western Black Sea region during the fall semester of the 2024-2025 academic year. The main reason for this choice is that the participants receive intensive English language education. The convenience sampling method, which is a non-probability sampling method, was used when determining the sample. The biggest advantage of this method is that the researcher can easily access the participants (Fraenkel & Wallen, 2006). The sample of the study consists of 20 students who received English language education at the School of Foreign Languages of a state university located in

the Western Black Sea region during the fall semester of the 2024-2025 academic year. Information about the participants is provided in Table 1.

Table 1. Information About Participants

	Category	f	%
Gender	Male	12	60
	Female	8	40
	Total	400	100
Department	Computer Engineering	9	45
	Electrical and Electronics Engineering	7	35
	Mechanical Engineering	4	20

2.2.Data Collection Tool

In this study, the "Metaphorical Perception Form Regarding Learning English" was used as a data collection tool. Participants were asked to complete the statement "Learning English is like … because …" in accordance with their own thoughts. In line with the main purpose of the study, it was aimed to determine the perceptions of preparatory class students regarding the English learning process through metaphors. This form applied by the researcher consists of two parts: The first part includes explanations regarding the purpose and method of the study, and the second part includes questions aimed at revealing the participants' metaphorical perceptions regarding learning English. These question patterns, which encourage the creation of metaphors, also constitute the limitation of the study in terms of obtaining perceptual concepts.

2.3.Data Collection Method

In this study, the "Metaphorical Perception Form Regarding Learning English" was used as a data collection tool. Participants were asked to complete the statement "Learning English is like … because …" in accordance with their own thoughts. In line with the main purpose of the study, it was aimed to determine the perceptions of preparatory class students regarding the English learning process through metaphors. This form applied by the researcher consists of two parts: The first part includes explanations regarding the purpose and method of the study, and the second part includes questions aimed at revealing the participants' metaphorical perceptions regarding learning English. These question patterns, which encourage the creation of metaphors, also constitute the limitation of the study in terms of obtaining perceptual concepts.

2.4.Data Analysis Method

In the analysis of the data obtained in line with the purpose of the research, the content analysis method, which is one of the inductive approaches, was used. Content analysis is defined as a technique that enables the systematic and repeatable summary of certain words in a text under smaller and more meaningful content categories through a coding process carried out within the framework of certain rules (Büyüköztürk et al., 2016). This type of analysis allows the discovery of concepts and themes that cannot be determined with the descriptive approach by examining the data summarized and interpreted in the descriptive analysis in more depth (Yıldırım & Şimşek, 2011).

3.RESULTS

This study analyzes the metaphorical perceptions of preparatory class students regarding the English learning process and examines them under certain conceptual themes. The metaphors obtained from the students are grouped within the framework of common themes and presented in Table 2. The findings reveal different dimensions of the students' perceptions of the English learning process. While some students evaluate the process as difficult and complex, some have a perspective focused on development and discovery.

Table 2. Metaphors for Learning English

Theme	Metaphors	f
Difficult Process	Maze, Mountain climbing, Obstacle course, Marathon	4
Discovery and Learning	Journey, Moving to a new city, Exploration, Deciphering	4
Patience and Effort	Growing trees, Growing like a baby, Doing puzzles	3
Cultural and Cognitive Expansion	Creating art, Watching movies, Communicating with the world	3
Making Connections	Cultural bridge, Playing a musical instrument, Taking part in theatre	3
Obligation and Pressure	Prison, A painful road, Being forced like an asthma patient	3

The process of learning English is sometimes seen by students as a complex and challenging process. The metaphors in this theme express the uncertainties, difficulties and sometimes obstacles that students encounter in the language learning process. For students, learning English does not only mean learning vocabulary and grammar rules, but also struggling. The process is thought to be time-consuming, tiring and sometimes confusing. Such expressions show that there may be a loss of motivation for language learning and that students need to make continuous efforts to complete the process. Sample student expressions in this theme are as follows;

> ***S4:*** *Learning English is like climbing a mountain because no matter how far you go, the end of the road continues to be challenging.*

> ***S13:*** *Learning English is like a labyrinth because you encounter a new rule or word at every corner. You may come to an unexpected dead end while thinking you are on the right track.*

For some students, learning English is a journey full of discovery and innovation. These students see learning English as a process that is not limited to just studying, but also allows them to open up to the world and meet different cultures. Metaphors such as moving to a new city or embarking on a journey of discovery show that learning a language provides students with new perspectives and broadens their horizons of knowledge. Sample student opinions regarding the discovery and learning theme are as follows;

> ***S17:*** *Learning English is like going on a journey because you learn new information and words at every step.*

> ***S20:*** *Learning English is like moving to a new city because everything seems foreign at first, but over time you get used to it and feel more comfortable.*

For some students, learning English is a long-term process that requires patience and regular effort. Metaphors such as growing a tree or completing a puzzle show that students think that language learning is not an instant process, but requires systematic and constant repetition. Metaphors falling into this theme show that students see learning English as a development process and accept that progress may take time. Sample opinions regarding the relevant theme are as follows;

> ***S5:*** *Learning English is like growing a tree because if you don't water it regularly, it won't grow and it needs time.*

> ***S14:*** *Learning English is like doing a puzzle because you can't see the big picture until all the pieces fall into place.*

Learning English is a door opening to the world for some students. These students see English not only as a language but also as a tool for getting to know different cultures, accessing new information and communicating with the world. Metaphors such as watching a movie and creating a work of art show that learning a language contributes to the cognitive and cultural

development of the individual. Sample opinions for the cultural and cognitive expansion theme are as follows;

> ***S9:*** *Learning English is like watching a movie because you have difficulty understanding at first but you grasp the plot over time.*

> ***S17:*** *Learning English is like creating a work of art because everyone's learning process and expression are unique.*

Learning English is a way for some students to connect with people. Metaphors such as a cultural bridge or taking a role on a theater stage show that learning a language improves individuals' communication skills and allows them to express themselves better. This theme emphasizes that language learning is not only an individual process but also a social interaction process. Sample opinions for the relevant theme are as follows;

> ***S2:*** *Learning English is like taking part in a theater play because you may be shy at first, but over time your self-confidence increases.*

> ***S11:*** *Learning English is like playing a musical instrument because sounds have no meaning unless you practice.*

In cases where learning English is seen as a necessity, students perceive this process as a source of pressure and stress. Metaphors such as prison and a painful path reflect the feelings of students who see language learning as a necessity or an inevitable burden. The feeling of obligation can cause a lack of motivation and make the process challenging. Example opinions for the theme of obligation and pressure are as follows;

> ***S11:*** *Learning English is like a prison because for some people the learning process is necessary and inevitable.*

> ***S12:*** *Learning English is like a painful path because sometimes no matter how hard you try, you cannot progress at the speed you want.*

4.DISCUSSION AND SUGGESTION

This study examined the metaphorical perceptions of university students towards the concept of "learning English". According to the research findings, the concept of English was expressed with a total of twenty metaphors classified into six different themes: challenging process,

discovery and learning, patience and effort, cultural and cognitive expansion, establishing connections, and obligation and pressure. When the participants' opinions are examined, it is seen that there is a strong perception that English contributes to the general cultural development of individuals and enables effective communication at a global level. In this context, it is understood that English is considered an important tool not only for academic or professional life but also for the individual's general knowledge and social interaction. Indeed, Altundağ (2014) also emphasizes that English is an element that facilitates communication between individuals from different cultures. In addition, it is stated in the literature that intrinsic motivation is a determining factor in foreign language acquisition (Biçer, 2016; Tunçel, 2014). It is stated that motivation supports the individual to make a consistent effort in the learning process (Ekiz & Kulmetov, 2016; Long et al., 2013; Wong, 2014). In this context, in the study conducted by Limon (2015), it was determined that learning English is seen as an entertaining activity, a functional tool and a necessity in terms of individual development. Similarly, Aktekin (2013) revealed that learning English is a process that requires patience and repetition, and also has the potential to discover new cultures and contribute to the individual's identity transformation. Erdem (2018) determined that students consider learning English as a basic requirement, a means of integration with the world and a vital skill.

On the other hand, some participants stated that they see the English learning process as a necessity and feel hopeless due to the learning difficulties they experience. A high level of anxiety in learning a foreign language can negatively affect the learning process (Aydın & Zengin, 2008). In this regard, Aktekin's (2013) study identified negative perceptions expressed with metaphors such as "an impossible struggle", "a long and difficult journey" and "platonic love" towards learning English. Limon (2015) also revealed that students evaluated English as a complex and difficult language to learn. Similarly, Erdem's (2018) study included negative metaphors such as "obligation" and "unnecessity".

When the findings are evaluated in general, it is understood that the concepts of English and learning English are largely addressed with their positive and functional aspects, but this process can be challenging and demotivating for some students. The fact that English is seen as an important means of communication in the global context reveals the necessity of structuring the learning process in a way that contributes to the academic and professional development of individuals. However, it is important to develop motivation-enhancing strategies and support the learning process by taking into account the aspects of the language learning process that may create anxiety in the individual.

The research results show that students have both positive and negative perceptions about learning English. In addition, students have a realistic perspective on the nature of the language learning process; they accept that the process is gradual and involves certain difficulties. Therefore, it is of great importance for English teachers to take students' views into consideration and to consider that there are individuals in the classroom with different perceptions of learning. Considering the impact of these perceptions of students on language learning processes, it would be beneficial to share such research data with teachers in order to increase their awareness. In addition, future studies can conduct larger-scale or quantitative studies based on the findings of this study. By examining different variables that affect students' perceptions of learning English, findings that will make the learning process more efficient can be obtained. In addition, similar studies can be conducted with individuals at different levels of education as well as with teachers or academics. Such studies will contribute to a deeper understanding of the language learning process and to developing teaching strategies based on individual differences.

REFERENCES

Acat, M.B., &Demiral, S. (2002). Türkiye'de yabancı dil öğreniminde motivasyon kaynakları ve sorunları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, *31*, 312-329.

Akbaba Altun, S., & Apaydın, Ç. (2013). Kız ve erkek öğretmen adaylarının "eğitim" kavramına ilişkin metaforik algıları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi, 19*(3), 329-354.

Aktekin, N. Ç. (2013). İngilizce öğretmenlerinin ve yabancı dil öğrenen öğrencilerin tutum ve

inançlarının metafor yoluyla ortaya çıkarılması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26*(2), 405-422.

Altundağ, P. (2014). Yabancı dil olarak korece öğretiminde kültür öğretimi. *Dil Dergisi, 165*, 25-35.

Arshavskaya, E. (2014). "Seeing" second language pre-service teacher learning through the conceptual metaphors of teaching and learning in teaching practicum dialogic blogs. *English Language Teacher Education & Development, 16,* 1-8.

Aydın, S., &Zengin, B. (2008). Yabancı dil öğreniminde kaygı: bir literatür özeti. *Journal of Language and Linguistic Studies, 4* (1), 81-94.

Berg, B.L., & Lune, H. (2015). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (H. Aydın, Çev. Ed.) Konya: Eğitim Yayınevi.

Biçer, N. (2016). Yabancılara Türkçe öğretiminde motivasyona ilişkin öğrenci görüşleri ve sınıf içi gözlemler. *Ana Dili Eğitimi Dergisi, 4*(1), 84-99.

Brown, H.D. (1973). Affective variable in second language acquisition. *Language Learning, 23*(2), 231- 244.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. A., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*, Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Cameron, L. & Low, G. (1999). Metaphor. *Language Teaching, 33*, 77-96.

Chiappe, D. L., Kennedy, J. M. & Chiappe, P. (2003). Aptness is more important than. *Poetics*, 51–68.

Dişlen, G. (2013). The reason of lack of motivation from the students' and teacher voices. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi,* 1(1), 35-45.

Dörnyei, Z. (1994). Motivation and motivation in the foreing language classrom. *The Modern Language Journal, 78*(3), 272-284.

Ekiz, D., & Koçyiğit, Z. (2013). Sınıf öğretmenlerinin "öğretmen" kavramına ilişkin metaforlarının tespit edilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 21*(2), 439-458.

Erdem, C. (2018). Identifying university students' perceptions of 'English' through metaphors.

International Online Journal of Education and Teaching, 5(3), 565-577.

Fraenkel R.J. & Wallen E.N. (2006) *How to design and evaluate research in education*. McGraw-Hill, NewYork.

Gültekin, T., Yıldız, E. & Bahadır, A. (2016). Hedef kavramının metaforik incelenmesi. Zühre Yıldızı örneği. *İdil Dergisi. 5*(26). 1825-1848.

Herron, C. (1982). Foreign-language learning approaches as metaphor. *The Modern Language*

Journal, 66(3), 235-242.

Karatay, H., & Kartallıoğlu, N. (2016). Yabancı dil olarak türkçe öğrenme tutumu ile dil becerileri arasındaki ilişki. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4*(16). 203-213.

Kövecses, Z. (2002). *Metaphor a practical introduction*. New York: Oxford University.

Lakoff, G. & Johnson, M. (2003). Metaphors we live by. London: University of Chicago Press.

Levine, P. M. (2005). Metaphors and images of classrooms. *Kappa Delta Pi Record,* 41(4), 172-175. DOI: 10.1080/00228958.2005.10532066

Limon, İ. (2015). 9. ve 10. sınıf öğrencilerinin yabancı bir dil olarak İngilizceye yönelik metaforik algıları. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 1(2), 367-379.

Long, C., Ming, Z., & Chen, L. (2013). The study of student motivation on English learning in junior middle school -- A case study of no.5 middle school in Gejiu. *English Language Teaching, 6*(9), 136-145.

Low, G. (2015). A practical validation model for researching elicited metaphor. In W. Wan &

G. Low (Eds.), *Elicited metaphor analysis in educational discourse* (pp. 15-38). Philadelphia, PA: John Benjamins Publishing Company.

Martinez, M. A., Sauleda, N. & Güenter, L. H. (2001). Metaphors as blueprints of thinking about teaching and learning. *Teaching and Teacher Education, 17*(8), 965-977.

Merriam, S.B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber.* (Çev: S. Turan). Ankara: Nobel Yayınevi.

Mehdiyev, E., Uğurlu, C.T., & Usta, G. (2017). İngilizce öğretiminde motivasyon ölçeği ve güvenirlik çalışması. *The Journal of Academic Social Science Studies, 54*, 21-37.

Pehlivan, H., Şen-Akçay, Z. & Neyişci, N. (2020). Hazırlık sınıfı öğrencilerinin "İngilizce" ve

"İngilizce öğrenmeye" yönelik metaforik algıları. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi Journal of Qualitative Research in Education, 8*(2), 665-685.

Saban, A. (2004). Giriş düzeyindeki sınıf öğretmeni adaylarının öğretmen kavramına ilişkin ileri sürdükleri metaforlar. Türk Eğitim Bilimleri Dergisi. 782). 131-155.

Singh, K. (2010). Metaphor as a tool in educational leadership classrooms. *Management in Education, 24*(3), 127-131.

Takahashi, T. (2018). Motivation of students for learning English in Rwandan Schools. *Issues in Educational Research, 28*(1), 168-186.

Tunçel, H. (2014). Yabancı dil olarak Türkçe'ye yönelik motivasyon algısı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11* (28), 177-198.

Ushida, E. (2005). The role of students' attitudes and motivation in second language learning in online language courses. *CALICO Journal*, 23 (1), 49-78.

Vibulphol, J. (2016). Students' motivation and learning and teachers' motivational strategies in English classrooms in Thailand. *English Language Teaching, 9*(4), 64-75.

Wong, R.M.H. (2014). Motivation to learn English and school grade level: The case of newly arrived Hong Kong students. *Porta Linguarum, 21*, 37-50.

Yalçın, M., & Erginer, A. (2012). İlköğretim okullarında okul müdürüne ilişkin metaforik algılar. *Öğretmen Eğitimi ve Eğitimcileri Dergisi, 1*(2), 229-256.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yılmaz, F., Göçen, S., &Yılmaz, F. (2013). Öğretmen adaylarının öğretmen kavramına ilişkin algıları: Bir metaforik çalışma. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9*(1), 151-164.

EĞİTİMDE SANAL GERÇEKLİK ÖLÇEĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ: GEÇERLİLİK VE GÜVENİLİRLİK ÇALIŞMASI

Öğr. Gör. Dr. Okan DEDE
Karabük Universitesi, Yabancı Diller Yüksekokulu, Karabük
ORCID ID: 0000-0002-2771-6522

ÖZET

Bu çalışmanın amacı eğitimde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımına yönelik üniversite öğrencilerinin düşüncelerini belirlemeye yönelik bir ölçme aracı geliştirerek literatürdeki mevcut boşluğu doldurmaktır. Bu bağlamda üniversite öğrencilerinin eğitimde sanal gerçekliğe ilişkin düşüncelerini ölçmeye yönelik bir ölçek geliştirmek amacıyla madde havuzu oluşturulmuştur. Bu süreçte öncelikle kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve eğitimde sanal gerçekliğin mevcut durumu analiz edilmiştir. Yapılan bu incelemeler sonucunda 30 maddeden oluşan taslak ölçek hazırlanarak Batı Karadeniz'de yer alan üniversite öğrencilerine uygulanmıştır. Ölçek geliştirme sürecinde açıklayıcı faktör analizi (AFA), doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ve iç tutarlılık analizleri gibi istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Çalışmanın özgünlüğü eğitimde sanal gerçekliğe yönelik ölçüm yapabilecek kapsamlı bir ölçek geliştirme sürecinin tüm aşamalarıyla ele alınmasından kaynaklanmaktadır. Açıklayıcı faktör analizi sonucunda 5 faktör ve 18 maddeden oluşan nihai ölçme aracı elde edilmiştir. Bu yapının geçerliliği doğrulayıcı faktör analizi ile teyit edilmiştir. Ek olarak ölçeğin tümü ve alt faktörleri için hesaplanan Cronbach alfa iç tutarlılık katsayıları ölçeğin yüksek düzeyde güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak geliştirilen Eğitimde Sanal Gerçeklik Ölçeği'nin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sanal gerçeklik, eğitim, üniversite öğrencileri, ölçek geliştirme

DEVELOPING VIRTUAL REALITY SCALE IN EDUCATION: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY

ABSTRACT

The aim of this study is to fill the gap in the literature by developing a measurement tool to determine the thoughts of university students on the use of virtual reality technology in education. In this context, an item pool was created in order to develop a scale to measure the thoughts of university students on virtual reality in education. In this process, a comprehensive literature review was conducted first and the current status of virtual reality in education was analyzed. As a result of these reviews, a draft scale consisting of 30 items was prepared and

applied to university students in the Western Black Sea Region. Statistical methods such as explanatory factor analysis (EFA), confirmatory factor analysis (CFA) and internal consistency analysis were used in the scale development process. The originality of the study stems from the fact that a comprehensive scale development process that can measure virtual reality in education was handled with all stages. As a result of the explanatory factor analysis, a final measurement tool consisting of 5 factors and 18 items was obtained. The validity of this structure was confirmed by confirmatory factor analysis. In addition, Cronbach alpha internal consistency coefficients calculated for the entire scale and its sub-factors show that the scale has a high level of reliability. As a result, it was determined that the Virtual Reality in Education Scale was a valid and reliable measurement tool.

Keywords: Virtual reality, education, university students, scale development

1.GİRİŞ

Öğretim yöntemleri öğrenci öğrenimini destekleyen yenilikçi teknolojilerin yaygın şekilde benimsenmesiyle birlikte önemli ölçüde gelişmiştir ve değişmiştir. Milenyum kuşağı ve sonrasındaki nesiller eğitim amacıyla çevrim içi platformlar ve elektronik cihazlarla düzenli olarak etkileşimde bulunmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar internetin öğrenciler üzerindeki etkisini göz önünde bulundurarak onların beklentileriyle uyumlu hale gelmesi gerektiğini öne sürmektedir (Christodoulou & Kalokairinou, 2015; O'Connor vd., 2017). Eğitimde elektronik cihazların kullanımı hızla artmakta ve bu durumun bilgi edinmeyi kolaylaştırmada ve öğrenmeye yönelik motivasyonu artırmada temel bir unsur haline gelmesi beklenmektedir (Hardie vd., 2020). Öğrencilerin öğrenmeye katılımı ve akademik performansı motivasyon aracılığıyla etkili bir şekilde geliştirilebilir (Zhang vd., 2023). Dolayısıyla motivasyon öğrenci öğrenme sürecini belirlemede kritik bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

Bilgi ve iletişim teknolojileri öğrenme süreçlerini desteklemekte ve kolaylaştırmaktadır. İlgili teknolojiler öğrenme ortamlarının önemli bir parçası haline gelmiş ve öğrenme görevlerini daha basit hale getiren yeni öğrenme fırsatları sunmaktadır. Sınıf ortamında gelişen teknolojilerin entegrasyonu öğretme ve öğrenme süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle teknoloji birçok açıdan gerçek yaşam durumunu yansıtan özgün öğrenme ortamları oluşturma potansiyeline sahiptir. Son yıllarda teknolojideki ilerlemeler kullanıcıya kapsayıcı ve simüle edilmiş öğrenme deneyimleri sunan sanal gerçeklik teknolojisinin önemli ölçüde gelişmesine katkıda bulunmuştur. Sanal gerçeklik teknolojisi uzun süredir çeşitli alanlarda kullanılsa da teknolojik gelişmelerin yanı sıra maliyetinin önemli ölçüde düşmesi eğitmenlerin ilgisini

çekmiş ve sanal gerçekliği eğitimde kullanılan bir araç haline getirmiştir (Bower vd., 2020; Huang vd., 2019).

Sanal gerçekliğin kökenleri 1920'li yılların başlarına kadar uzansa da son dönemdeki teknolojik gelişmeler sanal gerçekliği yükselen bir trend haline getirmiştir. İlgili teknolojinin yolculuğu ilkel bir uçuş simülatörüyle başlamış ve zamanla teknolojik bir devrim olarak kabul edilen dünya çapında bir ürüne dönüşmüştür (Üstün vd., 2020). Pan ve diğerleri (2006) sanal gerçekliği (VR) "etkileşimli, üç boyutlu bilgisayar tarafından oluşturulan bir ortamda kullanıcıya kapsayıcı bir deneyim sunmak amacıyla bilgisayar grafikleri sistemlerinin çeşitli görüntüleme ve arayüz cihazlarıyla birlikte kullanılması olarak tanımlamaktadır. Zhang ve diğerleri(2018) ise sanal gerçekliği kullanıcıların ekranlı bir kask veya sensörlerle donatılmış eldivenler gibi özel elektronik ekipmanlar aracılığıyla gerçek ya da fiziksel bir ortamdaymış gibi etkileşimde bulunabildiği bilgisayar tarafından oluşturulan üç boyutlu bir simülasyon şeklinde tanımlamaktadır.

Son yıllarda yaşanan gelişmelerin ardından sanal gerçeklik sistemlerinin kapsayıcı ve etkileşimli özellikleri ilgili teknolojiyi eğitim amaçları için oldukça cazip hale getirmiştir (Radianti vd., 2020; Zhang & Aslan, 2020). Öğrenciler sanal gerçeklik sayesinde gerçek dünyada olma hissinin yerini sanal bir dünyada fiziksel olarak bulunuyormuş gibi hissettikleri simüle edilmiş bir öğrenme ortamına dâhil olmaktadırlar (Freina & Ott, 2015). Öğretmenler sanal gerçeklik teknolojisinin dikkat çekici sanal ortamı sayesinde öğrencilerin dikkatini çekerek onları öğrenme etkinliklerine dâhil ettiği için bu kapsayıcı özelliğinden yararlanmak istemektedirler (Hanson & Shelton, 2008; Norris vd., 2019). Jensen & Konradsen (2018) sanal gerçekliğin kapsayıcı gücünün öğrencileri öğrenme görevlerine daha fazla dâhil ettiğini ve bilişsel, duygusal ve fiziksel becerileri daha etkili bir şekilde edinmelerine yardımcı olduğunu belirtmektedir.

Son yıllarda teknolojideki önemli değişim ve dönüşümlerin de etkisiyle sanal gerçeklik kavramı eğitim alanında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu önem sanal gerçeklik teknolojisinin bireylerin öğrenme süreçlerini derinleştirme, bilgiye farklı açılardan yaklaşma ve karmaşık kavramları deneyimleyerek öğrenme becerilerini desteklemesiyle doğrudan ilişkilidir. Sanal gerçeklik teknolojilerinin eğitime entegrasyonunun artmasıyla birlikte eğitimde sanal gerçekliğin kullanılmasına ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak öğrencilerin eğitim süreçlerinde sanal gerçeklik kullanımına ilişkin düşüncelerini ölçecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracına olan ihtiyaç devam etmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada eğitimde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımına ilişkin üniversite öğrencilerinin

düşüncelerini belirlemeye yönelik bir ölçme aracı geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda araştırmada aşağıdaki sorulara yanıt aranacaktır:

1- Eğitimde Sanal Gerçeklik Ölçeği (ESGÖ) geçerli bir ölçme aracı mıdır?
2- ESGÖ güvenilir bir ölçme aracı mıdır?

2.YÖNTEM

2.1.Araştırma Grubu

Faktör analizi çalışmalarında ideal örneklem büyüklüğünün belirlenmesine yönelik çeşitli araştırmacılar tarafından farklı ölçütler öne sürülmüş olsa da bu konuda kesin bir görüş birliği sağlanamamıştır. Bazı araştırmacılar ölçme aracındaki her madde için 5 ila 10 katı katılımcıya sahip olmanın yeterli olduğunu belirtirken (Bollen, 1989; Tinsley & Tinsley, 1987), diğerleri toplam 100-200 katılımcının yeterli olacağını savunmaktadır (Kline, 2016). Bu yaklaşımlar doğrultusunda bu çalışmada açıklayıcı faktör analizi (AFA) için gerekli veriler maksimum çeşitlilik örneklemesi yöntemi kullanılarak 2024-2025 akademik yılında Türkiye'deki bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 400 öğrenci ile toplanmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi (DFA) için veriler ise AFA'ya katılmamış aynı üniversitelerde öğrenim gören 288 öğrenciden elde edilmiştir. AFA ve DFA'ya katılan öğrencilere ait demografik bilgiler Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Katılımcılara İlişkin Demografik Bilgiler

Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA)			
Değişken	Kategori	f	%
Cinsiyet	Erkek	213	53.25
	Kadın	187	46.75
	Toplam	400	100
Sınıf Düzeyi	1. Sınıf	97	24.25
	2. Sınıf	103	25.75
	3. Sınıf	101	25.25
	4. Sınıf	99	24.75
Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA)			
Cinsiyet	Erkek	139	48.26
	Kadın	149	51.74
	Toplam	288	100
Sınıf Düzeyi	1. Sınıf	69	23.96
	2. Sınıf	73	25.35
	3. Sınıf	71	24.65
	4. Sınıf	75	26.04

Çalışmada kullanılan veri toplama aracı 2024-2025 akademik yılının bahar döneminde toplam 688 öğrenciye ulaştırılmış ve uygulama gerçekleştirilmiştir. AFA için 400 öğrenci (187 kadın, 213 erkek) çalışmaya katılım sağlamıştır. AFA aşamasına katılan öğrenciler mühendislik fakültesinde öğrenim görmektedirler. Sınıf düzeyine göre dağılım incelendiğinde katılımcıların 97'si (%24,25) birinci sınıf, 103'ü (%25,75) ikinci sınıf, 101'i (%25,25) üçüncü sınıf ve 99'u (%24,75) dördüncü sınıfta öğrenim görmektedir. DFA için AFA'ya katılmayan 288 öğrenciden (149 kadın, 139 erkek) veriler elde edilmiştir. DFA aşamasına katılan öğrenciler de mühendislik fakültesinde öğrenim görmektedirler. Sınıf düzeyine göre dağılım incelendiğinde katılımcıların 69'u (%23,96) birinci sınıf, 73'ü (%25,35) ikinci sınıf, 71'i (%24,65) üçüncü sınıf ve 75'i (%26,04) dördüncü sınıfta öğrenim görmektedir.

2.2.Ölçek Geliştirme Süreci

Bilimsel araştırmalarda, değerlendirilmek istenen özelliğe uygun bir ölçme yöntemi belirlemek ve bu yöntemin hangi matematiksel özelliğe (örneğin sıralama, kategorilendirme, eşit aralıklar veya eşit oranlar) dayanacağını tespit etmek büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda Kline (2015) eşit aralıklı ölçeklerin diğer ölçek türlerine kolayca dönüştürülebileceğini ve bu sayede puan karşılaştırmalarını mümkün kıldığını vurgulamaktadır. Bu avantajlar göz önünde bulundurularak ESGÖ eşit aralıklı beşli Likert tipi bir ölçek olarak tasarlanmıştır. Ölçeğin yanıt seçenekleri "Kesinlikle Katılmıyorum, Katılmıyorum, Kararsızım, Katılıyorum, Kesinlikle Katılıyorum" şeklinde yapılandırılmıştır.

Sanal gerçeklik ile ilgili alan yazın kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve sanal gerçeklik kavramını temel alarak bir kuramsal çerçeve oluşturmak amacıyla 25 öğrenciden sanal gerçekliğe ilişkin deneme yazıları yazmaları istenmiştir. Toplanan veriler üzerinde yapılan içerik analizi sonucunda toplam 30 maddeden oluşan bir ölçek taslağı geliştirilmiştir. Ölçeğin yüzey ve kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla iki ölçme ve değerlendirme uzmanı ile iki eğitim bilimleri alan uzmanından geri bildirim alınmıştır. Ayrıca ölçek maddelerinin dil açısından açık ve anlaşılır olup olmadığını değerlendirmek üzere üç uzman görüşüne başvurulmuş ve bu doğrultuda bazı maddelerin ifadelerinde değişiklikler yapılmıştır. Ölçek maddelerinin kapsam geçerliğini değerlendirmek için Kendall W uyum katsayısı hesaplanmıştır. İlgili katsayının anlamlılık düzeyinin 0.05'in altında olması kapsam geçerliğine yönelik kanıt olarak kabul edilmektedir (Legendre, 2005). ESGÖ için hesaplanan Kendall W uyum katsayısı 0.89 ($p<0.05$) olarak bulunmuş ve uzmanlar arasında yüksek düzeyde görüş birliği olduğu belirlenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda revize edilen ölçek 198 öğrenciden oluşan bir örneklem grubunda pilot uygulamaya tabi tutulmuştur.

2.3.Verilerin Analizi

Ölçeğin geçerliliğini ve güvenirliğini değerlendirmek amacıyla AFA, DFA, Cronbach Alfa katsayısı, bileşik güvenirlik ve ortalama varyans analizleri gerçekleştirilmiştir. Ölçekte yer alan maddelerin faktör analizi açısından uygunluğunu test etmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı hesaplanmış ve Bartlett Küresellik Testi uygulanmıştır. AFA kapsamında temel bileşenler analizi yöntemi kullanılmış ve faktörlerin daha iyi yorumlanabilmesi için varimax döndürme tekniği tercih edilmiştir.

DFA'da ölçeğin kabul edilebilir model uyum değerlerini sağlayıp sağlamadığını belirlemek amacıyla uyum iyiliği indeksleri incelenmiştir. AFA ve tanımlayıcı istatistiklere ilişkin analizler SPSS programı ile gerçekleştirilirken, DFA için AMOS programı kullanılmıştır. Ölçeğin geçerlilik ve güvenirlik çalışmaları kapsamında kapsam geçerliliği uzman görüşleri doğrultusunda değerlendirilmiş, yapı geçerliliği ise faktör analizi ile incelenmiştir. Faktör analizi birbiriyle ilişkili olduğu düşünülen değişkenleri bir araya getirerek daha az sayıda anlamlı değişken elde etmeyi amaçlayan ve yapı geçerliğini değerlendirmede kullanılan bir yöntem olarak literatürde yerini almıştır (Büyüköztürk, 2015). AFA ile ölçeğin faktör yapısı ortaya konulurken, DFA ile elde edilen verilerin bu yapıyla uyumu test edilmiştir. Ölçeğin iç tutarlılığını belirlemek amacıyla ise Cronbach Alfa katsayısı hesaplanmıştır.

3.BULGULAR

ESGÖ'nün yapı geçerliliğini belirlemek amacıyla öncelikle AFA uygulanmıştır. Faktör analizi gerçekleştirilmeden önce verilerin faktör analizi için uygun olup olmadığını değerlendirmek amacıyla Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Bartlett Küresellik Testi sonuçları incelenmiştir. Bu analizlere ilişkin bulgular Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2. ESGÖ KMO ve Bartlett's Testi Değerleri

Örneklem Ölçüm Yeterliği		Değerler
Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Uyum Ölçüsü	KMO	.839
Barlett Küresellik Testi	χ^2	4288.545
	Sd	153
	p	.000

Analiz sonucunda KMO değeri .839 olarak hesaplanmış olup bu değerin örneklemin faktör analizi için yeterli olduğunu gösterdiği belirlenmiştir (Field, 2017). Ayrıca Bartlett Küresellik Testi sonuçları ($\chi2$= 4288.545, p=.000) anlamlı bulunmuş ve verilerin faktör analizi için istatistiksel olarak uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Faktör yapısını belirlemek amacıyla

temel bileşenler analizi kullanılmış ve varimax döndürme yöntemi uygulanarak AFA gerçekleştirilmiştir.

AFA'DA maddelerin ilgili faktör altında .30'un üzerinde faktör yüküne sahip olması, bir maddenin birden fazla faktörde yer alması durumunda faktör yükleri arasındaki farkın en az .10 olması, faktörlerde yer alan maddelerin içerik açısından tutarlılık göstermesi ve faktörlerin açıklayıcı varyans oranının en az %30 olması gibi ölçütler dikkate alınmıştır (Büyüköztürk vd., 2012). Bu kriterler doğrultusunda Madde 1, 6, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 26 ve 27 %30'un altında varyans açıklaması nedeniyle ölçekten çıkarılmıştır. Toplamda 12 madde ölçekten çıkarıldıktan sonra faktör analizi yeniden gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA) Sonuçları

Maddeler	Faktörler				
	1	2	3	4	5
Madde2	.614				
Madde3	.737				
Madde4	.892				
Madde5	.889				
Madde7		.748			
Madde8		.846			
Madde9		.830			
Madde10		.709			
Madde11					.742
Madde12					.850
Madde13					.734
Madde21			.659		
Madde22			.822		
Madde23			.830		
Madde24			.733		
Madde28				.782	
Madde29				.772	
Madde30				.844	

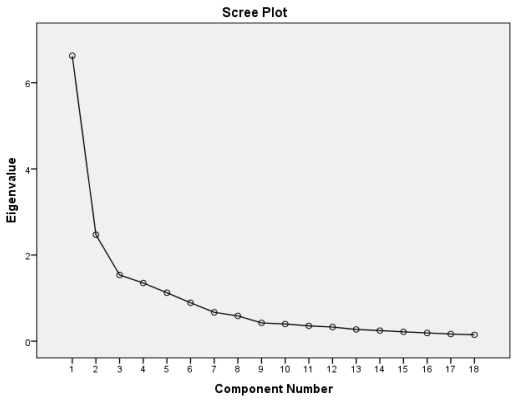
Tablo 3 incelendiğinde, gerçekleştirilen AFA sonucunda ölçeğin 18 maddeden ve 5 faktörden oluştuğu tespit edilmiştir. Faktör analizi için uygun örneklem büyüklüğünü 200 kişi için orta düzeyde, 300 kişi için iyi ve 500 kişi için çok iyi olarak değerlendirmektedir (DeVellis, 2003). Bu doğrultuda, çalışmada kullanılan örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu söylenebilir. Comrey & Lee (2013) varimax döndürme yöntemi sonucunda elde edilen faktör yüklerini; .70 ve üzeri için "mükemmel", .63-.70 arası için "çok iyi", .55-.62 arası için "iyi", .45-.54 arası için "normal" ve .32-.44 aralığı için "zayıf" olarak sınıflandırmaktadır. Yapılan AFA sonucunda, faktör yüklerinin .614 ile .892 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu değerler faktör yüklerinin

yeterli olduğunu göstermektedir. Elde edilen bulgular doğrultusunda ESGÖ'ye ait yapı geçerliliğinin sağlandığı ifade edilebilir. AFA sonuçlarına ilişkin olarak her bir faktörün özdeğerleri ve açıkladıkları varyans oranları Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4. Ölçeğe İlişkin Özdeğer ve Varyans Değerleri

Faktörler	Başlangıç özdeğerleri			Açıklanan varyans		
	Toplam	Varyans%	Kümülatif%	Toplam	Varyans %	Kümülatif%
1	6.626	36.814	36.814	2.941	16.336	16.336
2	2.471	13.726	50.539	2.899	16.107	32.443
3	1.537	8.539	59.078	2.719	15.107	47.550
4	1.350	7.500	66.578	2.405	13.359	60.909
5	1.124	6.246	72.824	2.145	11.915	72.824

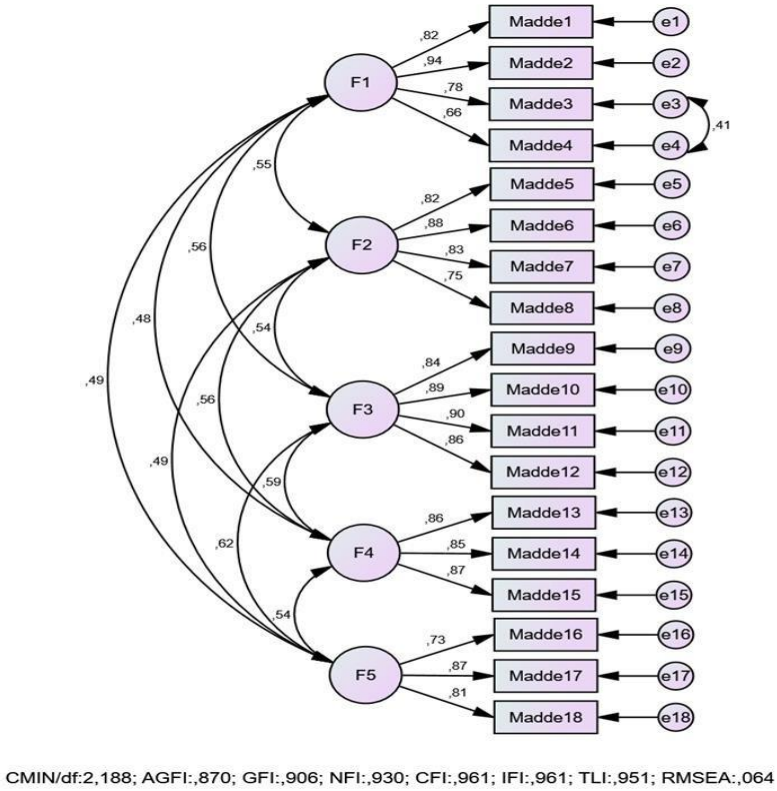
Sosyal bilimler alanında yürütülen çalışmalarda toplam açıklanan varyans oranının %40 ile %60 arasında olması yeterli kabul edilmektedir (Karagöz, 2016). Tablo 3 incelendiğinde faktörlerin açıkladıkları varyans oranlarının sırasıyla; birinci faktör için %36.814, ikinci faktör için %13.726, üçüncü faktör için %8.539, dördüncü faktör için %7.500 ve beşinci faktör için %6.246 olduğu görülmektedir. Ayrıca bu beş faktörün toplam açıklanan varyans oranının %72.824 olduğu belirlenmiştir. Bu oran sosyal bilimler alanında yeterli görülen %60'ın oldukça üzerinde bir değere işaret etmektedir. AFA sonuçlarına göre ölçeğe ilişkin özdeğer çizgi grafiği Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Ölçeğe İlişkin Özdeğer Çizgi Grafiği

Şekil 1'de sunulan özdeğer çizgi grafiği incelendiğinde beşinci faktörden itibaren eğrinin belirgin şekilde azalarak yatay bir düzleme ulaştığı görülmektedir. Bu durum ölçek maddelerinin beklenen şekilde dağılım gösterdiğini ve ölçeğin beş faktörlü bir yapıdan oluştuğunu desteklemektedir. AFA sonucunda elde edilen yapının yapı geçerliliğini test etmek amacıyla DFA uygulanmıştır. Bu doğrultuda AFA ile belirlenen beş faktör ve 18 maddeden oluşan ESGÖ'nün yapısal geçerliliğini değerlendirmek için farklı bir örneklem grubunda DFA gerçekleştirilmiştir. Analiz kapsamında 288 öğrenciden oluşan örneklemden elde edilen veriler

AMOS 22 programı kullanılarak değerlendirilmiştir. AMOS programı ile yürütülen doğrulayıcı faktör analizine ilişkin bulgular Şekil 2'de sunulmaktadır.



Şekil 2. ESGÖ Doğrulayıcı Faktör Analizi Modeli

AFA sonucunda elde edilen yapıda faktörlere dahil olan maddelerin anlam ve vurgu açısından uygunluğu değerlendirilerek faktörlerin isimlendirilmesi yapılmıştır. Bu doğrultuda birinci faktör "Algılanan Kullanım Kolaylığı", ikinci faktör "Algılanan Faydalar", üçüncü faktör "Tutum ve Motivasyon", dördüncü faktör "Teknik ve Altyapı Yeterliliği" ve beşinci faktör "Gelecekteki Kullanım" olarak adlandırılmıştır. DFA sonucunda elde edilen uyum iyiliği indekslerine ilişkin değerler Tablo 5'te sunulmaktadır.

Tablo 5. ESGÖ Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksleri

Model Uyum İndeksi	Mükemmel Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	ESGÖ
x^2/sd	$0 \leq \chi 2$ /sd ≤ 2	$\leq$2-x^2/sd $\leq$5	2,188 (K)
AGFI	.90 ≤ AGFI ≤ 1.00	.85 ≤ AGFI ≤ .90	,870 (K)
GFI	.95 ≤ GFI ≤ 1.00	.90 ≤ GFI ≤ 95	,906 (K)
CFI	.95 ≤ CFI ≤ 1.00	.90 ≤ CFI ≤ .95	,961 (M)
NFI	.95 ≤ NFI ≤ 1.00	.90 ≤ NFI ≤ .95	,930 (K)
TLI	.95 ≤ TLI ≤ 1.00	.90 ≤ TLI ≤ .95	,951 (M)
IFI	.95 ≤ IFI ≤ 1.00	90 ≤ IFI ≤ .95	,961 (M)
RMSEA	.00 ≤ RMSEA ≤ .05	.05 ≤ RMSEA ≤ .08	,064 (K)
PNFI	.95 ≤ PNFI ≤ 1.00	.50 ≤ PNFI ≤ .95	,754 (K)
PGFI	.95 ≤ PNFI ≤ 1.00	.50 ≤ PNFI ≤ .95	,657 (K)

Tablo 5'te sunulan DFA sonuçlarına göre elde edilen uyum indeksleri şu şekildedir: χ^2/sd = 2.188, AGFI=.870, GFI=.906, CFI=.961, NFI=.930, TLI=.951, IFI=.961, RMSEA=.064, PNFI=.754 ve PGFI=.657. Uyum indeksleri değerlendirildiğinde CFI, TLI ve IFI değerlerinin mükemmel uyum gösterdiği; χ^2/sd, AGFI, GFI, NFI, RMSEA, PNFI ve PGFI değerlerinin ise kabul edilebilir düzeyde uyum sağladığı görülmektedir. Elde edilen bulgular modelin genel olarak uygun olduğunu ve AFA ile belirlenen beş faktörlü yapının farklı bir örneklem üzerinde de doğrulandığını ortaya koymaktadır. Literatürde uyum geçerliğinin değerlendirilmesinde faktör yük değerleri, Ortalama Varyans Çıkarımı (AVE) ve Bileşik Güvenirlik (CR) değerlerinin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Hair vd., 1998). ESGÖ'ye ilişkin hesaplanan AVE ve CR değerleri Tablo 6'da sunulmaktadır.

Tablo 6. ESGÖ AVE ve CR Değerleri

	AVE (Average Variance Extracted)	CR (Composite Reliability)
1. Faktör	0.626	0.867
2. Faktör	0.616	0.864
3. Faktör	0.584	0.847
4. Faktör	0.639	0.841
5. Faktör	0.603	0.819

Ölçeğin güvenirliğine ilişkin kanıt sağlamak amacıyla AVE ve CR değerleri hesaplanmıştır AVE değerinin 0.50'nin üzerinde (Fornell & Larcker, 1981) CR değerlerinin ise 0.70'in üzerinde olması önerilmektedir (Hair vd., 1998). Elde edilen sonuçlar ölçeğin uyum geçerliliği açısından yeterli düzeyde olduğunu ve faktörlerin yüksek yapı güvenirliğine sahip olduğunu göstermektedir. Ölçeğin güvenilirlik düzeyini belirlemek için Cronbach Alfa katsayısı hesaplanmıştır. Bu katsayı özellikle tutum ve ilgi ölçeklerinde yaygın olarak kullanılan bir güvenilirlik ölçütü olarak kabul edilmektedir (Tavşancıl, 2006). Cronbach Alfa analizine ilişkin elde edilen bulgular Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7. ESGÖ Cronbach Alfa Güvenirlik Analizi Sonuçları

Faktör	Madde Sayısı	Cronbach's Alfa(α)
1. Faktör	4	.878
2. Faktör	4	.855
3. Faktör	4	.834
4. Faktör	3	.848
5. Faktör	3	.775
Toplam	18	.895

Tablo 7 incelendiğinde Cronbach Alfa katsayısının 0.90'ın üzerinde olması çok yüksek güvenilirlik, 0.90 ile 0.80 arasında olması yüksek güvenilirlik ve 0.79 ile 0.70 arasında olması

güvenilir olarak değerlendirilmektedir (Cohen vd., 2007). Faktör bazında yapılan incelemeye göre birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü faktörlerin iç tutarlılık katsayıları çok yüksek güvenilirlik düzeyinde, beşinci faktörün iç tutarlılık katsayısı ise yüksek güvenilirlik düzeyinde bulunmuştur.

Madde toplam korelasyonu ölçek maddelerinden elde edilen puanlar ile ölçeğin genel puanı arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Korelasyon katsayısının yüksek ve pozitif olması ölçekte yer alan maddelerin aynı yapıyı ölçtüğünü ve ölçeğin iç tutarlılığının yüksek olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2015). Madde toplam korelasyon değerlerine ilişkin bulgular Tablo 8'de sunulmaktadır. Tablo 8 incelendiğinde ölçek maddelerinin madde toplam korelasyon değerlerinin 0.47 ile 0.66 arasında değiştiği görülmektedir. Bu bulgular ölçek maddelerinin ölçülmek istenen yapıyı yeterli düzeyde ayırt edebildiğini ve ölçeğin güvenilir bir iç tutarlılığa sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 8. Madde Toplam Korelasyon Değerler

Madde	Madde Toplam Korelasyon Değeri	Madde	Madde Toplam Korelasyon Değeri
Madde2	.659	Madde12	.471
Madde3	.660	Madde13	.435
Madde4	.574	Madde21	.540
Madde5	.538	Madde22	.548
Madde7	.520	Madde23	.515
Madde8	549	Madde24	.473
Madde9	.564	Madde28	.563
Madde10	.539	Madde29	.549
Madde11	.500	Madde30	.530

4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Sanal gerçeklik teknolojisinin yaygınlaşmasının en önemli nedenlerinden biri maliyetinin önemli ölçüde azalmasıdır (El Beheiry vd., 2019). Bu durum sanal gerçeklik kullanımını yalnızca tüketiciler arasında değil aynı zamanda eğitimciler arasında da daha erişilebilir hale getirmiştir. Sanal gerçeklik gerçek hayatta uygulanması riskli veya zor olan öğrenme faaliyetlerini cazip ve etkileşimli bir şekilde sunarak öğrencileri öğrenme sürecine dahil etmektedir (Norris vd., 2019). Öğrenciler sanal gerçekliğin sunduğu etkileyici ve ikna edici öğrenme deneyimi sayesinde gerekli bilgi ve becerileri kazanana kadar çalışmaya devam etme konusunda motive olmaktadır (Sánchez-Cabrero vd., 2019). Bu bağlamda sanal gerçeklik öğrencilerin öğrenme sürecine tam kapasiteyle odaklanmasını teşvik etmekte ve edindikleri bilgileri pratikte kullanmalarına olanak tanımaktadır. Temel olarak sanal gerçeklik öğrencilerin kendi hızlarında öğrenmelerini sağlayan kişiselleştirilmiş, ilgi çekici, eğlenceli ve etkileşimli bir öğrenme ortamı sunmaktadır (Velev & Zlateva, 2017). Aynı zamanda içsel motivasyonu

artırarak (Sánchez-Cabrero vd., 2019), dikkati çekerek (Norris vd., 2019) ve eğitim maliyetlerini azaltarak (Zhang vd., 2018) öğrenme sürecine katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle sanal gerçeklik öğrenme sürecini daha ilgi çekici hale getiren, öğrencilerin birden fazla duyusunu etkinleştiren, deneyimleyerek öğrenmelerine olanak tanıyan ve dolayısıyla öğrenmeyi kolaylaştıran bir öğretim aracı olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte teknolojinin sunduğu olanaklardan yararlanabilmenin temel koşulu kullanıcılar tarafından benimsenmesidir (Sezer & Yılmaz, 2019). Dolayısıyla sanal gerçekliğin sunduğu tüm bu avantajlardan faydalanabilmek öğrencilerin bu teknolojiyi kabul etmesine bağlıdır.

Öğrencilerin öğrenme teknolojilerine yönelik olumlu tutum ve düşünceleri bu teknolojilerin eğitimde etkili bir şekilde uygulanabilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir (Horzum & Güngören, 2012; Üstün & Tracey, 2020; Sezer & Yılmaz, 2019). Sanal gerçekliğin eğitim alanındaki kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte öğrencilerin bu teknolojiye ilişkin tutumlarını geçerli ve güvenilir bir şekilde ölçebilecek bir ölçeğe duyulan gereksinim artmıştır. Bu bağlamda araştırma kapsamında geliştirilen ölçek söz konusu gereksinimi karşılamaya yönelik önemli bir katkı sunmaktadır. ESGÖ üniversite öğrencilerinin eğitimde sanal gerçekliğe yönelik düşüncelerini incelemeye olanak tanıyan ve güçlü bir kuramsal çerçeveye dayanan bir ölçme aracı olarak geliştirilmiştir. 18 madde ve 5 faktörden bu ölçek uygulanabilirliğinin kolay olması ve elde edilen verilerin anlamlı bir şekilde yorumlanabilmesi bakımından eğitimciler, yöneticiler ve öğretim tasarımcıları için pratik bir değerlendirme aracı olarak öne çıkmaktadır.

Kaynakça

Bollen, K.A. (1989). *Structural equations with latent variables*. John Wiley and Sons. https://doi.org/10.1002/9781118619179.

Bower, M., DeWitt, D., & Lai, J. W. (2020). Reasons associated with preservice teachers' intention to use immersive virtual reality in education. *British Journal of Educational Technology*, *51*(6), 2215-2233.

Büyüköztürk Ş. (2015). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni. SPSS uygulamaları ve yorum Pegem Yayıncılık. Ankara.

Büyüköztürk Ş., Çakmak K.E., Akgün Ö.E., Karadeniz S., Demirel F. (2012). Bilimsel araştırma yöntemleri (18. Baskı). Pegem Akademi Yayımcılık. Ankara.

Christodoulou, E., & Kalokairinou, A. (2015). Net Generation's Learning Styles in Nursing Education. *ICIMTH*, 213, 119-121

Cohen L., Manion L., Morrison K. (2007). Observation. Research Methods in Education, 6, 396-412.

Comrey AL., Lee HB. (2013). A first course in factor analysis. Psychology Press. New Jersey

DeVellis, RiF. (2003). Scale development theory and applications second edition. SAGE Publications International Educational and Professional Publisher.

El Beheiry, M., Doutreligne, S., Caporal, C., Ostertag, C., Dahan, M., & Masson, J. B. (2019). Virtual reality: beyond visualization. *Journal of Molecular Biology*, *431*(7), 1315-1321.

Field A. (2017). Discovering statistics using SPSS. SAGE Publications Pvt. Ltd. London.

Freina, L., & Ott, M. (2015, April). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In *The international scientific conference elearning and software for education* (Vol. 1, No. 133, pp. 10-1007).

Hair J., Anderson R., Tatham R., & Black W. (1998). Multivariate data analysis. Upper Saddle River. Prentice Hall. NJ.

Hanson, K., & Shelton, B. E. (2008). Design and development of virtual reality: analysis of challenges faced by educators. *Journal of Educational Technology & Society*, *11*(1), 118-131.

Hardie, P., Darley, A., Carroll, L., Redmond, C., Campbell, A., & Jarvis, S. (2020). Nursing & Midwifery students' experience of immersive virtual reality storytelling: an evaluative study. *BMC Nursing*, *19*(1), 78. https://doi.org/10.1186/s12912-020-00471-5

Huang, K. T., Ball, C., Francis, J., Ratan, R., Boumis, J., & Fordham, J. (2019). Augmented versus virtual reality in education: An exploratory study examining science knowledge retention when using augmented reality/virtual reality mobile applications. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *22*(2), 105-110.

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, *23*, 1515-1529.

Karagöz Y. (2016). SPSS 23 ve Amos 23 uygulamalı istatistiksel analizler. Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara.

Kline, P. (2015). *A handbook of test construction (psychology revivals): Introduction to psychometric design*. London: Routledge.

Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). New York: Guilford.

Legendre, P. (2005). Species associations: the Kendall coefficient of concordance revisited. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, *10*, 226-245. https://doi.org/10.1198/108571105X46642

Norris, M. W., Spicer, K., & Byrd, T. (2019). Virtual reality: the new pathway for effective safety training. *Professional Safety*, *64*(06), 36-39.

O'Connor, S., Hubner, U., Shaw, T., Blake, R., Ball, M., (2017). Time for TIGER to ROAR! technology informatics guiding education reform. *Nurse Education Today* 58, 78–81. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.07.014.

Pan, Z., Cheok, A. D., Yang, H., Zhu, J., & Shi, J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers & graphics*, *30*(1), 20-28.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, *147*, 103778.

Sanchez-Cabrero, R., Costa-Roman, O., Pericacho-Gómez, F. J., Novillo-Lopez, M. A., Arigita-García, A., & Barrientos-Fernandez, A. (2019). Early virtual reality adopters in Spain: sociodemographic profile and interest in the use of virtual reality as a learning tool. *Heliyon*, *5*(3).

Sezer, B., & Yilmaz, R. (2019). Learning management system acceptance scale (LMSAS): A validity and reliability study. *Australasian Journal of Educational Technology*, *35*(3).

Tavşancıl E. (2006). Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi. Nobel yayın dağıtım. Ankara.

Tinsley, H. E., & Tinsley, D. J. (1987). Uses of factor analysis in counseling psychology research. *Journal of Counseling Psychology, 34*(4), 414-424.

Üstün, A. B., Yılmaz, R., & Yılmaz, F. G. K. (2020). Virtual reality in medical education. In *Mobile devices and smart gadgets in medical sciences* (pp. 56-73). IGI Global.

Velev, D., & Zlateva, P. (2017). Virtual reality challenges in education and training. *International Journal of Learning and Teaching*, *3*(1), 33-37.

Zhang, M., Zhang, Z., Chang, Y., Aziz, E. S., Esche, S., & Chassapis, C. (2018). Recent developments in game-based virtual reality educational laboratories using the microsoft kinect. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, *13*(1), 138-159.

Zhang, K., & Aslan, A. B. (2020). Preparing industry-ready engineers with virtual reality: recent research and future directions. *International Journal of Smart Technology and Learning*, *2*(2-3), 136-150.

Zhang, M., Zhang, Z., Chang, Y., Aziz, E. S., Esche, S., & Chassapis, C. (2018). Recent developments in game-based virtual reality educational laboratories using the microsoft kinect. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, *13*(1), 138-159.

Zhang, D., Zhang, J., Cao, M., Zhu, Y., & Yang, G. (2023). Testing the effectiveness of motivation-based teaching in Nursing English course: A quasi-experimental study. *Nurse Education Today*, *122*, 105723. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.105723

YUNAN VAZOLARINDA İSKİT BETİMLEMELERİ

Ayşenur ERĞÜN
Bingöl University, Faculty of Arts and Sciences, Department of History, Selahaddin-i Eyyubi, Bingöl
Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi
ORCID: 0000-0003-2744-2557
Muzaffer DURAN
Süleyman Demirel University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of History, Çünür, Isparta
ORCID: 0000-0001-8209-1759

Özet

MÖ 575-475 yıllarına arasında Yunan vazo sahnelerinde İskit figürlerinin sıkça tasvir edildiği görülmektedir. Bu figürler çoğunlukla kulakları ve enseyi örten sivri şapkalar, desenlerle bezeli uzun kollu üst ceket ve pantolonla betimlenmiştir. Bunun yanında kendilerine has sigma şeklindeki yay, omuzdan asılan veya kemer yardımıyla takılan *gorytos* (sadak) ile resmedilirken kimi zamanda balta ve kılıç kullandıkları görülmüştür. Yunan vazolarında yer alan İskit okçu figürleri MÖ 490 yılında Pers-Yunan savaşının başlaması sonucunda Yunan vazolarında temsilleri giderek azalmış ve yerlerini düşmanca sunulan Pers okçularına bırakmıştır.

Çalışmada, Yunan vazolarındaki İskit figürlerinin tarihsel bir bağlamda gerçekliği yansıtıp yansıtmadığına dair tartışmalara yer verilmiş, İskit-Yunan etkileşimi ve bu etkileşimin boyutunun Yunan vazo ressamları üzerindeki etkisi tartışılmıştır. Ayrıca vazo sahnelerinde temsil edilen bu figürlerin ikonografik açıdan değerlendirilmeye çalışılarak bahsi geçen figürlerin konumu, işlevi ve anlamları hakkındaki sorulara cevap aranmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İskitler, Barbar, Yunan Vazo Resimleri, Ok-Yay.

Abstract

Scythian figures are frequently depicted in Greek vase scenes between 575-475 BC. These figures are mostly depicted wearing pointed hats covering the ears and neck, long-sleeved jackets and trousers decorated with patterns. In addition, they are depicted with their unique sigma-shaped bow, gorytos (quiver) hung from the shoulder or worn with the help of a belt, and sometimes they are seen using axes and swords. The Scythian archer figures on Greek vases gradually decreased their representation on Greek vases as a result of the outbreak of the Persian-Greek war in 490 BC and were replaced by Persian archers presented as hostile.

The study includes discussions on whether the Scythian figures on Greek vases reflect reality in a historical context, and discusses the Scythian-Greek interaction and the impact of this interaction on Greek vase painters. In addition, the iconographic evaluation of these figures represented in the vase scenes has been tried to answer the questions about the position, function and meaning of these figures.

Keywords: Scythians, Barbarian, Greek Vase Paintings, Bow and Arrow.

Giriş

İskitlerin Çin Seddi'nden Tuna Nehri'ne kadar uzanan geniş bir coğrafyaya yayılmaları pek çok toplumla karşılaşmalarını sağlamıştır. Karşılıklı etkileşimler sonucunda söz konusu toplumların yazılı ve görsel kaynaklarında onlara ilişkin bilgilere yer verilmiştir (Durmuş, 2007, s. 37; Berk, 2022, s. 28). İskitlere ilişkin kayda değer bilgiler verenler arasında antik Yunan yazarları ön plana çıkmaktadır. Özellikle Herodotos'un IV. kitabında İskitlerin yaşadığı coğrafyadan kökenlerine, yaşam biçimlerinden askeri yapılarına kadar pek çok bilgiyi aktardığı görülmektedir (Grakov, 2008, s. 15, 18).

Yunanlar ve İskitler arasındaki ilk etkileşim, Büyük Kolonizasyon Faaliyetleri (MÖ 750-550) kapsamında, Yunanların MÖ 7. yüzyılın ikinci yarısında Karadeniz Bölgesi'nde ilk kolonilerini kurmasıyla başlamıştır (King, 2015, s. 50; Boardman, 1980, s. 240; Karadeniz koloni yerleşimleri ve kuruluş tarihi hakkındaki tartışmalar için bk. Minns, 1913, s. 239; Drews, 1991, s. 303-304). Boardman'a göre, Yunan kolonistleri ile Karadeniz'de yaşayan yerli halk arasında en kayda değer ilişki İskitlerle kurulmuştur (Boardman, 1980, s. 244, 256). Özellikle MÖ 7. yüzyılda Dinyeper ve Bug nehirleri arasında yer alan Berezan kentinin kurulmasıyla iki toplum arasında ekonomik ilişkilerin başladığı düşünülmektedir (Minns, 1913, s. 239; Drews, 1991, s. 303-304). MÖ 6. yüzyıla gelindiğinde, Berezan'a yakın bir bölgede yer alan Olbia kenti kurulmuştur. Olbia'da tarım, ticaret ve zanaatın gelişmesiyle iki toplum arasındaki ilişkinin giderek güçlendiğini söylemek mümkündür (Artamonov, 2020, s. 97, 137). Böylece Kuzey Karadeniz'de yer alan çeşitli yerleşimlerde İskitler ve Yunanlar karşılıklı çıkarlar doğrultusunda ortak bir yaşam alanı inşa etmiş, karma evlilikler gerçekleşmiştir (Demir, 2021, s. 167).

Kuzey Karadeniz'de iki toplum arasında karşılıklı ticari ilişkiye bakıldığında, Yunanların Kuzey Karadeniz Bölgesi'nden başta tahıl olmak üzere (Grakov, 2008, s. 107; Artamonov, 2020, s. 143); sığır, deri-kürk gibi hayvan ya da hayvansal ürünleri tedarik ettikleri anlaşılmaktadır (Grakov, 2008, s. 108). Öte yandan bölgeye zeytinyağı ve şarap getirdikleri bilinmektedir (Demir, 2021, s. 161). Bunun dışında bölgede köle ticareti de önemli bir konumda yer almaktadır. Özellikle MÖ 6. yüzyılda, Kuzey Karadeniz'den Yunan dünyasına kölelerin nakledildiğine dair kanıtlar mevcuttur. Ayrıca zanaatkarlar, maden ustaları gibi çeşitli alanlarda çalışan kimseler de bu köleler arasında yerini almış ve Yunan dünyasına gönderilmiştir. MÖ 520-510 yılları arasında Skythes isminde bir veya iki ressamın Atina'da görev alması bu durumu destekler niteliktedir (Demir, 2021, s. 164, 168).

Kuzey Karadeniz'de yaşanan bu etkileşim, İskitlerin sadece antik Yunan metinlerine konu olmasına değil, aynı zamanda MÖ 6. yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan Yunan vazo resimlerine de yansımasına olanak sağladığı düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, söz konusu Yunan vazo resimlerinde yer alan İskit figürlerini analiz etmek, bu figürlerin resmedilmediği zaman dilimini tarihsel bir bağlam üzerinden değerlendirerek, Yunan vazolarındaki İskit temsillerinin gerçek İskitleri yansıtıp yansıtmadığını incelemektir. Ayrıca bu figürlerin tasvir edildikleri sahnelerdeki konumları ve taşıdıkları anlam da çalışmada ele alınacak olan bir başka husustur.

1. Yunan Vazolarında İskit Figürlerinin Tarihsel ve Simgesel Anlamı

Yunan vazolarında yer alan İskit figürlerinin tasvir edilme sebebi, araştırmacılar arasında tartışma konusu olmuştur. Konuya ilişkin çalışmalar yapan yazarlar, genellikle Yunanlar ile İskitler arasındaki ilişkiler üzerinden değerlendirmelerde bulunmuştur. Buradan hareketle İskit temsillerinin yer aldığı zaman diliminde Atina'daki İskit varlığı ve bu figürlerin etnik açıdan İskitleri yansıtıp yansıtmadığı gibi sorular gündeme gelmiştir. Nitekim Kuzey Karadeniz'de koloni faaliyetleri ile birlikte iki toplum arasında güçlenen ilişkilerin sonucunda, Karadeniz dünyasından Atina'ya paralı askerlerin getirildiği ileri sürülmüştür. Özellikle Peisistratos ailesinin yabancı paralı askerlerden yardım aldığı yönünde görüşler bulunmaktadır (Lavelle, 1992, s. 78-80). Wernicke, Yunan vazolarında İskitlerin tasvir edilmesini yabancı paralı askerlerin kiralanmasıyla ilişkilendirmiştir. Ona göre, MÖ 6. yüzyılda Yunan vazolarında görülen İskit tasvirlerinin artışı ile Peisistratoslar Dönemi'nde paralı askerlerin alınması aynı zaman dilimine denk düşmektedir. Dolayısıyla yazar, Yunan ressamlarının İskit figürlerini tasvir ederken, Peisistratoslar Dönemi'nde getirilen İskit paralı askerlerinden esinlendiğini savunmuştur. Bununla birlikte Peisistratos'un oğlu Hippias'ın tiranlığının devrilmesinin ardından, İskit paralı askerlerinin Atina devletinin hizmetine girdiğini ileri sürmüştür (Wernicke, 1891, s. 67). Helbig ise Herodotos ve Aristotales'in aktarımlarını ele alarak, MÖ 540 yılında Peisistratos'un ikinci kez sürgün edilmesinden sonra paralı askerler topladığını ifade etmiş ve Wernicke'nin düşüncesini destekler bir tutum sergilemiştir (Hdt. I. 61; Aristot. Ath. Pol. 15; Helbig, 1897, s. 289-290). Ayrıca Karadeniz Bölgesi ile yapılan ticarette önemli bir rol oynayan Sigeion'un, Peisistratoslar tarafından MÖ 535-527 yılları arasında ele geçirilmesiyle, Karadeniz'den getirilen paralı askerlerin burada konumlandığını ve kentin bir üs olarak kullanıldığını belirtmiştir (Helbig, 1897, s. 291-307). Neticede yazar, Yunan vazolarında görülen İskit temsillerinin Sigeion'daki gerçek İskitleri yansıttığını ileri sürerken, Peisistratoslar'ın yönetiminin sona ermesi ve Sigeion kentinin dağılmasıyla vazolardaki gerçek

İskit temsillerinin son bulduğunu ifade etmiştir. Özellikle Kleisthenes Dönemi'nde Yunan vazolarındaki İskit temsillerini, İskit kostümüyle donatılmış Atinalı yurttaşlar olarak değerlendirir. Ayrıca söz konusu iki dönem arasında figürlerde görülen yüz fizyonomilerindeki farklılıkların da bu görüşü pekiştirdiğini öne sürer (Helbig, 1897, s. 266-307; Davis, 2013, s. 174; Minasyan, 2016, s. 25; Demir, 2021, s. 169). Öte yandan Lavelle, İskitlerin paralı asker olarak Atina'daki varlıklarına şüpheyle yaklaşmış, o dönemde Atinalıların paralı asker kiralayacak kadar maddi yeterliliğe sahip olmadığını, dolayısıyla bu askerlerin Atinalı yurttaşlar olabileceğini ileri sürmüştür. Nihayetinde yazarın Yunan vazolarındaki İskit temsillerinin paralı askerlerden ilham alındığı yaklaşımına katılmadığı anlaşılmaktadır. (Lavelle, 1992, s. 80-81.)

Arkaik Yunan dünyasında, okçuluğun köklü bir gelenek olmadığı görüşü, Yunan vazo resimlerinde okçu temsillerinin gerçek bir İskit'i simgeliyor olabileceği düşüncesini pekiştirmektedir (Paus. I. 23. 4; Shapiro, 1983, s. 110-111). MÖ 480'li yıllara gelinceye kadar savaşlarda okçu birliğine çok sık rastlanmadığı, okçuluğun daha çok avcılık ve festivallerde etkin bir rol oynadığı düşünülmektedir. Nitekim Herodotos'un Marathon Savaşı'nı aktarırken Yunan saflarında okçu birliğinden söz etmiyor oluşu bu görüşü destekler nitelikte görülmektedir (Hdt. VI. 112; Davis, 2013, s. 41). Konuya ilişkin bir diğer husus ise MÖ 6. yüzyılda Solon'un yaptığı, askeri hizmeti de kapsayan gelir ve mülke dayalı reformdur. Solon'un sosyal reformu kapsamında Atinalı yurttaşlar gelirlerine göre 4 sınıfa ayrılmış (*pentacosiomedimni, hippeis ve zeugitai, thetes),* en alt sınıfı oluşturan theteslerin askeri yükümlülüğü bulunmazken, ilk üç sınıf ağır zırhlı ve atlı hoplitler olarak askeri hizmet vermekle yükümlüdür (Mansel, 2020, s. 198-199; Demir, 2021, s. 168). Buradan hareketle söz konusu askeri birliklerin arasında okçu birliğinden söz edilmemesi, okçuların theteslerden sağlanmadığı takdirde İskit ve Girit gibi yabancılardan tedarik edilebileceği fikrini açığa çıkarmıştır (Demir, 2021, s. 168.) Demir, Herodotos'un da aktardığı İskit/Yunan asıllı Anakharsis'in Atina'ya yaptığı seyahatin bu dönemde gerçekleşmiş olabileceğine dikkat çekmektedir (Hdt. IV. 76-77; Demir, 2021, s. 168). Bu dönemde, aristokrat sınıf ile halk arasında bir gerilim yaşandığını ve bu gerilimin Peisistratoslar'ın yönetiminde de devam ettiğini ifade eden Demir, Solon'un okçuluk ve askeri meselelerde uzman olduğu düşünülen Anakharsis'i okçu birliği ile birlikte olası tehlikeleri önlemek amacıyla Atina'ya davet etmiş olabileceği ihtimali üzerinde durmuştur. Ayrıca ilerleyen yıllarda söz konusu bu okçuların Peisistratos Dönemi'nde de görev almış olabileceklerini belirtmiştir (Demir, 2021, s. 168).

Yunan toplumunda okçuluğun yaygın olmamasının yanı sıra okçuluğa dair imajın da genellikle olumsuz olduğu ileri sürülmüştür. Bu bağlamda okçulara kadınsılık, korkaklık gibi olumsuz nitelikler atfedildiği belirtilmiştir (Hom. *Il.* XI. 384-390; Eur. Herc. 157-164; Lissarrague, 2002, s. 115; Snodgrass 1999, s. 80-81; Davis, 2013, s. 2, 236-237). Pers-Yunan Savaşları'nın ardından, özellikle edebi eserlerde Doğu'ya karşı keskinleşen "öteki" algısı çerçevesinde, okçu da Yunan hoplitinin karşısında bir tezatlık oluşturmuştur. (Aischyl. *Pers.* 146-149, 278-279, 556; 1017-1023; Hall, 1989, s. 85-86; Davis, 2013, s. 263-264).

Yunan dünyasında Klasik Dönem'e kadar okçuluğa sık rastlanılmaması ve okçuluğun olumsuz olarak algılanması nedeniyle İskit ve Girit gibi yabancı toplumlardan okçu tedarik edilmiş olabileceği görüşü ortaya çıkmış, bu doğrultuda Yunan vazolarında görülen okçu figürlerinin de İskitleri temsil ediyor olabileceği düşünülmüştür (Wernicke, 1891, s. 63-64; Shapiro, 1983, s. 110-111; Hunt, 2008, s. 121-122; Davis, 2013, s. 4). Vazo resimlerinde yer alan hoplitler ve onlara eşlik eden okçu figürleri arasındaki kostüm ve fizyonomilerindeki farklılıklar da bu görüşü pekiştirmektedir (Karaoğlan, 2019, s. 9). Öte yandan Gleba, okçu kostümlerinin belirli bir etnik kimlik ayrımı yapmak için yeterli olmadığını, bu figürlere geniş bir perspektiften yaklaşarak Asyalı bir kimliği nitelemiş olabileceğini savunmuştur (Gleba, 2008, s. 14). Minns de bu görüşü destekler gibi görünmekte olup, okçu figürlerini İskit olarak nitelemek yerine *Doğulu* olarak tanımlamanın daha uygun olabileceğini ifade etmiştir (Minns, 1913, s. 55-56; Davis, 2013, s. 175; Minasyan, 2016, s. 26). Bununla birlikte son yapılan çalışmalarda okçu figürlerine ilişkin farklı görüşler ortaya çıkmış, söz konusu figürlerin etnik kimliğini tespit etmek yerine bu figürlerin temsil ettikleri roller ve diğer figürler ile ilişkisine odaklanılmıştır (Mayor, Colarusso, Saunders, 2014, s. 450). Buna yönelik olarak Lissarrague, bu figürlerin yabancıları simgelediğini fakat etnik kimliklerinin belirlenmesinin zor olduğunu ifade etmektedir. İskitlerin Atina'da bulunduğuna şüpheyle yaklaşan Lissarrague, Yunan vazo resimleriyle, Herodotos'un aktardığı göçebe İskit yaşam tarzı arasında çelişkiler bulunduğunu belirtmiştir (Hdt. I. 144; Lisarrague, 1990, s. 125-126). Lissarrague, vazo resimlerinde hoplitlere eşlik eden okçu figürlerine odaklanarak hoplit ve okçu imgelemlerinin karşıtlık teması içinde sunulduğunu, bu karşıtlığın kostüm, silah ve savaş tekniklerindeki farklılıklarının betimlenmesiyle yapıldığını savunmuştur. Ona göre, zırhla kuşatılan hoplit yakın dövüş teknikleri kullanırken, okçu figürü bu durumun tersine uzak dövüş konusunda uzman olup düşmana doğrudan temas etmez. Karşıtlık içinde sunulan okçu ile hoplit sahnelerinde okçu figürü, hoplitin kahramanlığını tanımlayan ve onu ön plana çıkaran tuhaf bir görüntüde resmedilmektedir (Lissarrague, 2002, s. 115). Ivantchik de tıpkı Lissarrague gibi İskit

kıyafetlerinin etnik kimliği tespit etmek yerine okçuların işlevi hakkında fikir verdiğini ileri sürmüştür. Buna göre, zırhı ve silahlarıyla destansı bir kahramanlığı temsil eden hoplitin karşısında kendine özgü kıyafetleri ile tasvir edilen İskit okçu figürleri, ikincil bir konumda, başka bir deyişle daha düşük bir statüde tasvir edilmiştir (Ivantchik, 2006, s. 200-206.) Konuya ilişkin olarak MÖ 510-500 yıllarına tarihlendirilmiş olan ve Euthymides'e atfedilen kırmızı figürlü vazo örnek gösterilebilir. (Resim 1) Vazoda merkezde yer alan hoplitin her iki tarafına okçular yerleştirilmiştir. Sahnede hoplit zırhı kuşanırken okçu figürlerinin de ona yardım ettiği görülmektedir. Bu yönüyle okçular, kahramana eşlik eden yoldaş görünümündedir. Bununla birlikte vazonun sağ tarafında yer alan okçu, Yunanca "Düz Atıcı" anlamına gelen *Εὐθύβολος (Euthybolos)* ismini taşımaktadır. Nitekim Ivantchik, vazoda yer alan okçu figürlerinin ismi, kıyafetleri, silahı ve savaş yeteneklerini göz önünde bulundurarak okçu figürlerinin ikincil bir konumda yer aldığını öne sürmüştür (Mayor, Colarusso, Saunders, 2014, s. 458-460; Ivantchik, 2006, s. 213-215).

MÖ 6. yüzyılın ikinci yarısında Yunan vazo resimlerinde yaygın olarak temsil edilen İskit okçu tasvirlerinin, MÖ 490 yılında yapılan Marathon Savaşı'nda, Pers ordusunda yer almalarından sonra bu sahnelerde tasvirleri yok denecek kadar azalmıştır (Minasyan, 2016, s. 23). Bu tarihten sonra ise vazo resimlerinde bir düşman olarak sunulan Pers okçuları resmedilmeye başlanmıştır (Lissarrague, 2002, s. 116). Ivantchik, destan dünyasına ait olan ve kimi zaman da gündelik hayatın bir yansıması olarak değerlendirdiği vazo sahnelerinin Pers-Yunan savaşının ardından tarihsel bir gerçekliğe kavuştuğunu ifade etmiştir (Ivantchik 2006, s. 200-206).

2. Yunan Vazolarında İskit Betimlemelerinin İkonografik İncelemesi

MÖ 575-475 yılları arasına tarihlendirilmiş, 10 bini aşkın Yunan vazosu arasından yaklaşık olarak 700 vazo ve parçasının okçu figürleri içerdiği tespit edilmiştir. Yunan ressamlar tarafından kendilerine özgü kıyafetleri ve Yunanlardan farklı yüz fizyonomileriyle betimlenen bu figürler, araştırmacılar arasında genellikle "İskit Okçu Figürleri" olarak anılmıştır (Lissarrague, 1990, s. 247-293; Davis, 2013, s. 168; Minasyan, 2016, s. 21, 35; Demir, 2021, s. 169; Karaoğlan, 2019, s. 9). Bu tasvirlerde İskitler sivri, tepesi hafifçe bükülmüş, yanları, enseyi ve kulakları kapatan başlıkları; şeritlerle süslü uzun kollu ceket ve pantolonları ile betimlenmiştir (Gleba, 2008, s. 14). Ayrıca sigma biçiminde kendilerine özgü yayları ve omuzdan sarkıtılarak asılan veya bele bağlanan *gorytos* adında bir sadakla okçu görünümü taşımaktadırlar (Resim 2, 3). Bazı örneklerde ise ellerinde balta ve kısa hançer taşır vaziyette betimlenmişlerdir (Minasyan, 2016, s. 21; Demir, 2021, s. 169).

Herodotos'un İskitlerin görünümüne ilişkin aktarımları, Yunan vazolarındaki İskit tasvirleriyle uyumlu görünmektedir. Herodotos'a göre İskitler, *Kyrbasia (κυρβασία)* adında uzun sivri başlıkları, *sagaris* adında çift başlı baltalarıyla tanınan bir toplumdur (Hdt. VII. 64; Gleba, 2008, s. 14; Minasyan, 2016, s. 21). Vorenej Vazosu'nda yer alan tasvirde, İskitlerin okçulukla ilişkisine dair önemli ayrıntılara yer verilmektedir (Resim 4). Vazoda İskit kampı betimlenmiş olup tecrübeli bir savaşçının genç bir askere yayını vererek savaşa hazırladığı ve nasihatler verdiği bir görsel sunulmuştur (Rice, 1957, s. 66-67; Demir, 2022, s. 16). Bazı araştırmacılar, vazodaki bu sahneyi Herodotos'un İskitlerin kökeni ile ilgili aktardığı Targiatios mitiyle ilişkilendirmiştir. Sahnede yayı teslim eden tecrübeli savaşçının Targiatios olduğu, teslim alanın ise İskitlere hükmedecek olan Kolaksis olduğu ileri sürülmüştür (Hdt. IV. 5; Raevsky, 1976, s. 15). Öte yandan Kuzey Karadeniz bölgesinde arkeolojik veriler de hem Herodotos'u hem de Yunan vazolarındaki görselleri doğrular görünmektedir. Özellikle Esik Kurganında tespit edilen "Altın Elbiseli Adam" olarak adlandırılan eser, Yunan vazolarındaki İskit temsilleriyle uyumludur (Hdt. I. 215; Demir, 2021, s. 167, Resim 5). Bunun yanında İskitlerin etkileşime geçtiği bir diğer toplum olan Perslerin, yazılı kaynaklarında da İskit betimlerine yer verilmiştir. I. Darius Dönemi'nde (MÖ 522-486) yapılan Apadana Rölyeflerinde Perslere haraç ve hediyeler takdim eden gruplar arasında yer alan *Sakā tigrakhauda* olarak adlandırılan İskit grubu, sivri başlıkları ile tasvir edilmiştir. Bunun yanında Behistun Rölyefinde de benzer bir tasvir söz konusudur (Gleba, 2008, s. 17; Duran, 2019, s. 737-738). Frigya'da tespit edilen İskitlerin Persler karşısında yenilgisinin sahnelendiği Tatarlı Tümülüsü Pers ve İskit tasvirlerinin arasındaki farklılığı anlamak açısından önemlidir (Resim 6). Burada taraflar kıyafetleri, özellikle de şapkalarıyla birbirinden ayrılmaktadır. İskit figürleri, sivri uçlu şapkaları ile resmedilirken, Persler ise yuvarlak şapkalarıyla betimlenmiştir (Davis, 2013, s. 70-71). Bu ikonografik farklılık, Yunan vazo resimlerinde benzer bir yapıda görülmektedir. Şapkanın yanında sakallarının biçimi ve kullanılan silahlarla da bu ayrım daha net bir hal alabilir. İskitler genellikle kısa ve sivri sakalla tasvir edilmiş; yayın yanında balta kullanır vaziyette de betimlenmiştir. Pers figürlerinin en ayırt edici özelliği ise kılıç kullanmalarıdır (Davis, 2013, s. 261-262, n. 957, 958).

Yunan vazolarında İskit tasvirlerinin en eski örneğini Kleitas'a atfedilen François Vazosu oluşturur (Resim 7). MÖ 570 yılına tarihlendirilen bu vazonun Kalydonai Yaban Domuzu Avı sahnesinde, üç okçu hoplitlerle birlikte yaban domuzuna saldırır vaziyette betimlenmiştir. Bu okçular İskitlere özgü sivri başlıklar ve yaylarla betimlenirken aynı zamanda bu okçulara Toksamis, Euthymakhos ve Kimerios isimleri verildiği görülmektedir. Mayor, Toksamis

isminin Yunanca ve Farsça karışımı bir kelime olabileceğini ifade ederken (Mayor, Colarusso, Saunders, 2014, s. 456-457; Boardman, 1997, s. 33-34; Demir, 2021, s. 171), Ivantchik, bu ismin Yunanca okçu anlamına gelen *tokson* (*τόξον*) kelimesinden türediğini belirtmiştir (Ivantchik, 2006, s. 211, 216-217). Euthymakhos ismi "iyi savaşçı" anlamına gelmekte olup, Kimerios ismi ise İskitlerin akrabası olarak görülen Kimmerlere işaret ediyor olabileceğini düşündürmüştür (Mayor, Colarusso, Saunders, 2014, s. 456-457; Boardman, 1997, s. 33-34; Demir, 2021, s. 171). Demir'e göre, bu sahne her ne kadar destan dünyasına ait olsa da toplumun düzenini yansıtan detayların varlığından da bahsetmektedir. Buna göre aristokratik hiyerarşi ve tarım toplumunun yaşam biçimini yansıtan bu sahnede, İskitler de bu toplumun bir parçası olarak hizmet etmektedir (Demir, 2021, s. 171).

Yunan vazolarında İskit figürlerinin yalnız betimlendiği sahneler, İskit kostümleri ve teçhizatları açısından daha detaylı bilgi verse de sınırlı sayıda olduğunu söylemek mümkündür (Minasyan, 2016, s. 52; Karaoğlan, 2019, s. 22, Resim 2). İskit figürleri, genellikle hoplitlere eşlik ederken sunulmuş olup savaş sahneleri ve kehanet sahneleri gibi çeşitli bağlamlarda resmedilmiştir. İskitlerin hoplitlerle beraber betimlendiği sahnelerin kimisinde bir ordunun yürüyüşü canlandırılmıştır (Resim 8). Özellikle MÖ 520-500 yılları arasında hoplitlerin yan yana, okçuların ise arka arkaya dizilip yürüdüğünü gösteren sahnelerin yaygın olduğunu belirtmek gerekir. Genel olarak söz konusu bu tasvirlerde okçu figürleri hoplitin kalkanının arkasında yer alarak net bir şekilde görünmediğini de söylemek mümkündür (Minasyan, 2016, s. 49; Karaoğlan, 2019, s. 18).

İskit figürlerinin savaş arabaları sahnelerinde de tasvir edildiği görülmektedir. Bu tarz vazo sahnelerinde atın koşumlanması, hoplitin savaş arabasına binişi gibi tasvirlere yer verildiği görülmektedir (Karaoğlan, 2019, s. 14). British Müzesi'ndeki bir kylikste merkezde savaş arabası bulunmakta figürler ise ona dönük bir vaziyette resmedilmektedir (Resim 9). Ayrıca hoplitlerin arasına yerleştirilen yaklaşık yirmi İskit figürü renkli, dar pantolonları ile dikkat çekmektedir (Minasyan, 2016, s. 47-48).

Savaş sahnelerinde tasvir edilen İskit figürleri için Angers'te bulunan amforadaki betimler örnek gösterilebilir (Resim 10). Sahnede, Hektor ve Diomedes arasındaki çatışma resmedilirken sivri başlığı, miğferi ve belindeki gorytosu ile tasvir edilen Skythes isimli figür, yerde yatar vaziyette resmedilmiştir (Ivantchik, 2006, s. 221; Minasyan, 2016, s. 51).

Atlılarla betimlenen İskit figürlerine değinmek gerekirse, MÖ 6. yüzyılda Atina'da süvari birliğinin olmayışı ve atların sadece savaşa ağır silahları taşımak amacıyla kullanılmış olması vazolardaki tasvirlere de yansımıştır (Resim 11). Dolayısıyla atlılarla betimlenen sahneler

genelde bir savaş yolculuğunu temsil etmektedir. At üzerindeki figürler genel olarak Yunan hopliti değildir. Söz konusu figürler çoğu zaman çıplak ya da üzerinde bir manto ile betimlenmiştir. Bununla birlikte İskit figürleri bazen atın üzerinde görülürken, bazen de hoplitin yanında yer almaktadır. Nitekim at üzerinde yer alan figürler genelde hoplitin atlarını taşıyan veya savaşa giderken ona eşlik eden kimseler olarak değerlendirilmiştir (Minasyan, 2016, s. 55; Karaoğlan, 2019, s. 24).

Kehanet sahnelerinde de İskit temsillerine rastlanmaktadır (Resim 12). Bu tasvirler az sayıda olup hoplitlerin savaşa katılmadan önce kehanet ritüellerine katıldığına dair canlandırmaları içermektedir. Bu sahnelerde çoğu zaman hoplitin yanında kadın veya yaşlılar yer alırken, onların yokluğunda İskit figürlerinin tasvir edildiği görülür. Kehanet sahnelerinde genellikle hoplit sola doğru dönük bir konumdadır. Etrafında yer alan figürler ikincil planda olup, hoplitin hemen önünde kehanet için bağırsakları elinde tutan çıplak bir çocuk tasviri ile karakterize edilir (Minasyan, 2016, s. 55).

Sonuç

Çin Seddi'nden Tuna Nehrine kadar geniş bir alana yayılan İskitler, bu sayede pek çok toplumla etkileşim kurmuş ve bu toplumların kaynaklarında adlarından söz ettirmişlerdir. Özellikle MÖ 7. yüzyılın ikinci yarısında Yunanların Karadeniz'de koloni faaliyetlerinde bulunması üzerine İskitler ve Yunanlar arasında gelişen ticari ve kültürel etkileşim süreciyle birlikte gerek Yunan edebi metinlerinde gerekse Yunan vazolarında İskitlere ilişkin bilgiler ve tasvirlerine yer verilmiştir.

MÖ 575-475 yılları arasındaki vazo resimlerinde görülen okçu figürleri, söz konusu süreç içerisinde İskit ve Yunan toplumu arasında yaşanan etkileşimlerin sonucu olarak değerlendirilip, bu figürlerin genel adlandırmaya bağlı kalarak "İskit okçu figürleri" şeklinde tanımlanmıştır. Özellikle bazı araştırmacıların belirttiği gibi bu figürlerin betimlenirken Karadeniz Bölgesi'nden toplanan paralı askerlerden ilham alınmış olunması muhtemeldir. Bunun yanında Yunan dünyasında okçuluğun yaygın olmayışı ve okçuluğa dair olumsuz algı gerçekten de İskit gibi yabancı kabilelerden okçu tedarik edilmiş olma ihtimalini güçlendirir niteliktedir.

İskit figürleri çoğu zaman hoplitlerle birlikte tasvir edilmiş olup bağımsız olarak resmedildikleri örneklerin sınırlı olduğu söylenebilir. Bu sahnelerin çeşitlilik gösterdiğini, İskitlerin pek çok farklı sahnede resmedilmiş olup muhtemelen Atina toplumundaki işlevlerinin sembolik bir yansıması olarak da ortaya çıkmıştır. Yakın zamandaki çalışmalar, vazo resimlerinde sergilenen Yunan olmayan figürlerin kostümleri yoluyla etnik bir ayrım yapmanın ötesine geçerek bu

figürlerin vazoda resmedilen sahnedeki sembolik işlevlerine odaklanmıştır. Bu bağlamda, ressamlar tarafından resmedilen İskit/Barbar figürlerinin, okçu-hoplit gibi belirli karşıtlık unsurları kullanılarak Yunan dünyasında bir norm haline gelen hoplitin kahramanlığının vurgulanması amacıyla sunulduğu savunulmuştur. Hoplitin kahramanlığının tanımlanmasının yanında yabancının da "öteki" olanı temsil ettiği dolayısıyla bu figürlerin karşıtlık içerisinde hopliti ve barbarı tanımlayan sembolik bir değer taşıdığı ileri sürülse de konuya ilişkin kesin bir kanıya varmak zordur.

EKLER



Resim 1. Euthymides atfedilen Münih'teki Kırmızı Figürlü Vazo (Demir, 2021, s. 182.)



Resim 2. İskit Okçusu, Siyah Figürlü Vazo (Minasyan, 2016, s. 60).



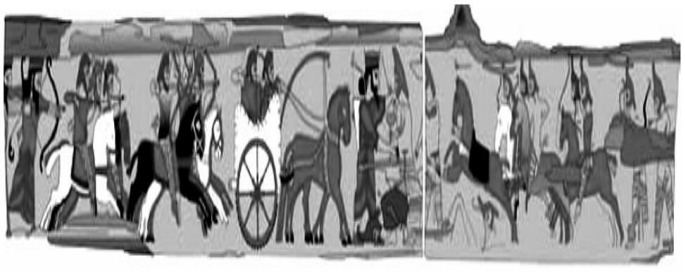
Resim 3. Karınlı Amphora, Salıncak Ressamı (Boardman, 1997, s. 97).



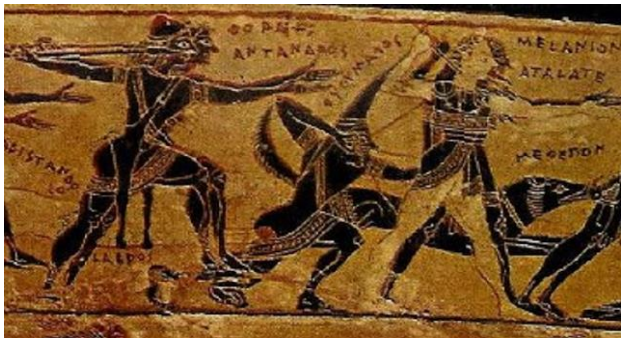
Resim 4. MÖ IV. yüzyıla ait Vorenej Vazosu (Rice, 1957, s. 67).



Resim 5. Altın Elbiseli Adam (Demir, 2021, s. 185).



Resim 6. Tatarlı Tümülüsü (Davis, 2013, s. 71).



Resim 7. Kleistas'a atfedilen François Vazosu (Demir, 2021, s. 180).



Resim 8. Swing Ressamına atfedilen amfora. (Minasyan, 2016, s. 49).



Resim 9. British Müzesi'nde yer alan kyliks. (Karaoğlan, 2019, Resim 7 a-b).



Resim 10. Angers'ta bulunan amfora (Ivantchik, 2006, s. 222.)



Resim 11. Louvre'da bulunan amfora. (Minasyan, 2016, s. 55.)



Resim 12. Kleophrades Ressamına ait amfora. (Mayor, Colarusso, Saunders, 2014, s. 481.)

KAYNAKÇA

Antik Kaynaklar ve Kısaltmalar

Aischyl. *Pers*. (Aiskhylos, *Persai*). Kullanılan Metin ve Çeviriler: Aeschylus, *Supplliant Maidens Persians Prometheus Seven Against Thebes,* Vol: 1, with an English Translation by H. M. Smyth, London, New York, 1922. (Loeb): Aiskhülos-Sofokles, *Eski Yunan Tragedyaları 1 Persler, Antigone* (çev.) Güngör Dilmen, Mitos Boyut Yayınları, İstanbul, 2014.

Aristot. *Ath. Pol.* (Aristoteles, *Athenaion politeia).* Kullanılan Metin ve Çeviriler: Aristotle, *The Athenian Constitution the Eudemian Ethics on Virtues and Vices,* with an English Translation by H. Rackham, London, Cambridge Massachusetts, 1935. (Loeb): Aristoteles, *Atinalıların Devleti,* (çev.) (Ari Çokona), İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 2013.

Eur. *Herc*. (Euripides, Hercules). Kullanılan Metin ve Çeviriler: Euripides, Bacchanals Madness of Hercules Children of Hercules Phoenician Maidens Suppliants, in Four Volumes, with an English Translation by Arthur S. Way, Vol: 3, London, New York, 1930. (Loeb).

Hdt. (Herodotos). Kullanılan Metin ve Çeviriler: Herodotos, *Tarih,* (çev.) M. Ökmen, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2009.

Hom. *Il.* (Homeros, İlias). Kullanılan Metin ve Çeviriler: Homeros, *İlyada,* (çev.) Azra Erhat, A. Kadir, İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 2014.

Paus. (Pausanias). Pausanias Description of Greece, in Six Volumes, with an English Translation by W. H. S. Jones, Vol: 1, Books I, II, London, New York, 1918. (Loeb).

Modern Kaynaklar

ARTAMONOV M. I., (2020). *Kimmerler ve İskitler Başlangıcından M.Ö. IV. Yüzyıla Kadar,* (çev.) Muhammet Şen, Selenge Yayınları, İstanbul.

BERK F. M., (2022). "Greklerin Ötekisi: İskitler", *Selçuk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Dergisi,* cilt. 54, 2022, ss. 23-43.

BOARDMAN J., (1980). *The Greek Overseas Their Early Colonies And Trade,* Thames and Hudson Press, London.

DAVİS T. A., (2013). "Archery in Archaic Greece", (Phd Thesis), Columbia University.

DEMİR M., (2021) "MÖ VI. yy'da İskit-Atina İlişkilerinin Başlangıcı Üzerine Değerlendirmeler", *Genel Türk Tarihi Araştırmaları Dergisi,* Cilt: 3 Sayı: 6, ss. 161-186.

DEMİR M., (2022). "Herodotos'ta İskit Targitaos Hanedanlığı Kuruluş Miti Üzerine Değerlendirmeler", *MUTAD,* Cilt: 9 Sayı: 1, ss. 1-24.

DREWS R., (1991). "Karadeniz'de En Eski Greek Yerleşmeleri", (çev.) Ömer Çapar, *Tarih Araştırmaları Dergisi,* Cilt: 15 Sayı: 26, ss. 303-327.

DURAN M., (2019). "Pers (Akhaimenid) Bağlamında Sakalar", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* Cilt: 21, Sayı: 3, ss. 731-761.

DURMUŞ İ., (2007). *İskitler*, Kaynak Yayınları, İstanbul.

GLEBA M. (2008). "You Are What You Wear; Scythian Costume as Identity", *Dressing the Past (Ancient Textile Series 3),* (Ed.) M. Gleba, C. Munkholt, M.L. Nosch, Oxbow Books, ss. 13-28.

GRAKOV B.N., (2008). *İskitler*, (çev.) D. Ahsen Batur, Selenge Yayınları, İstanbul.

HALL, E., (1989). *Inventing the Barbarian Greek-Self Definition through Tragedy*, Oxford: Clarendon Press, Oxford.

HELBIG, W., (1897) "Eine Heerschau des Peisistratos oder Hippias auf einer schwarzfigurigen Schale", *SBMunchen,* Vol: 2 ss. 259-320.

HUNT P., (2008). "Military Forces" *Greek And Roman Warfare: Greece the Hellenistic World and the Rise of Rome,* Vol: 1, (ed.) Philip Sabin, Hans Van Wees, Michael Whitby, Cambridge: University Press, Cambridge, ss. 108-146.

IVANTCHİK A. I., (2006), "Scythian' Archers On Archaic Attic Vases: Problems Of Interpretion", *Ancient Civilisations from Siberia to Scythia,* ss. 196-271.

KARAOĞLAN İ., (2019). "Grek-Roma ve Pers Görsel Sanatlarında İskitli İkonografisi", *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Arkeoloji Ana Bilim Dalı Klasik Arkeoloji Bilim Dalı* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Konya.

KING C., (2015). *Karadeniz,* (çev.) Zülal Kılıç, Kitap Yayınevi, 2. Baskı, İstanbul.

LAVELLE B. M., (1992) "Herodotos, Skythian Archers, and the Doryphoroi of the Peisistratids" *Klio,* Vol: 74 ss.78-97.
LISSARRAGUE F., (2002) "The Athenian Image of the Foreigner", (çev.) Antonia Nevill, *Greek and Barbarians*, (ed.) Thomas Harrison, Edinburg University Press, ss. 101-124.
MANSEL A. M., (2020). *Ege ve Yunan Tarihi*, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara.
MAYOR A., COLARUSSO J. ve SAUNDERS D., (2014). "Making Sense of Nonsense Inscriptions Associated with Amazons and Scythians on Athenian Vases", *Hesperia: The Journal of the American School of Classical Studies at Athens,* Cilt:83 No: 3, ss. 447-493.
MINASYAN S., (2016). "Scythian Archers in Ancient Attic Vase Painting: Their Identity and Function" (MA Thesis), Thessaloniki.
MINNS E. H., (1913). *Scythians and Greeks A Survey Of Ancient History And Archaeology On The North Coast Of The Euxine From The Danube To The Caucasus,* Cambridge University Press, Cambridge.
RAEVSKY D. S., (1976). "Three Vases Recount The Legend Of King Targitaus", *The Scythians Nomad Goldsmiths of the Open Steppes, The UNESCO: A Window Open On The World Courier,* ss.14-15.
RICE T. T., (1957). *Ancient Peoples and Places: The Scythians,* (ed.) Glyn Daniel, Thames and Hudson, London.
SHAPIRO H. A. (1983). "Amazons, Thracians, and Scythians." *Greek, Roman and Byzantine Studies* Vol: 24, No: 2 ss. 105-116.
SNODGRASS A. M., (1999). Arms and Armor of the Greeks, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, London.
WERNICKE K., (1891) "Die Polizeiwache auf der Burg von Athen" *Hermes,* Vol: 26, No: 1, Published by Franz Steiner Verlag, ss. 51-75.

FARKLI TÜR LİSELERDE GÖREV YAPAN MATEMATİK ÖĞRETMENLERİNİN DİNAMİK GEOMETRİ YAZILIMLARINA İLİŞKİN GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

Gülnihal GÜVEN
Bursa Uludag University, Institute of Education Sciences, Department of Mathematics Education, 16059 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0009-0004-1394-565X
Menekşe Seden TAPAN BROUTIN
Bursa Uludag University, Faculty of Education, Department of Mathematics Education, 16059 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0000-0002-1860-852X
Çiğdem ARSLAN
Bursa Uludag University, Faculty of Education, Department of Mathematics Education, 16059 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0000-0001-7354-8155

ÖZET

Günümüzde teknolojinin eğitime entegrasyonu giderek artarken, dinamik geometri yazılımları (DGY) gibi dijital araçlar öğrencilerin matematiksel düşünme, problem çözme ve kavramsal anlama becerilerini destekleyici bir potansiyele sahiptir. Öğretmenlerin bu yazılımlara ilişkin görüşleri, sınıf içi uygulamaları doğrudan etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, araştırmada DGY kullanımına dair öğretmen görüşlerinin ortaya konulması ve bu görüşlerin lise türlerine göre farklılık gösterip göstermediğinin incelenmesi hedeflenmektedir. Araştırma, nitel araştırma desenlerinden durum çalışması modeli ile yürütülmüştür. Çalışma grubu, Bursa ilinde bulunan Anadolu, Fen, Mesleki Teknik ve Sosyal Bilimler liselerinde görev yapan, DGY hakkında bilgi ve deneyime sahip 20 matematik öğretmeninden oluşmaktadır. Katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemiyle belirlenmiş olup veriler yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Görüşme formu araştırmacılar tarafından literatür taraması ve uzman görüşü doğrultusunda hazırlanmıştır. Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmaktadır. Verilerin analizi sonucu elde edilen bulgular öğretmenlerin DGY'ye genel olarak olumlu bir yaklaşım sergilediklerini ve özellikle görselleştirme, öğrenci motivasyonu ve anlamlı öğrenme açısından faydalı bulduklarını göstermektedir. Ancak okul türlerine göre dikkat çekici farklılıklar gözlenmektedir. Örneğin, sosyal bilimler liselerinde görev yapan öğretmenler DGY'yi daha etkin kullandıklarını belirtirken, meslek liselerinde görev yapan öğretmenlerin bu yazılımlara yönelik bilgi düzeylerinin ve kullanım sıklıklarının diğer lise türlerine göre daha düşük olduğu, yazılımları sınıf ortamına entegre etmede daha çok güçlük yaşadıkları ve öğrenci ilgisizliği gibi engellerle karşılaştıkları görülmektedir. Bu durum, okul türüne özgü koşulların DGY kullanımını etkileyebileceğini göstermektedir. Öğretmenlerin çoğu DGY kullanımını sınırlayan etkenler arasında; teknik yetersizlikler, kalabalık sınıf mevcutları, müfredat yetiştirme baskısı

ve zaman sınırlamasını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama temelli veya seçmeli derslerin müfredata eklenmesinin bu süreci destekleyebileceği yönünde öneriler sunulmuştur. Araştırmanın, öğretmen görüşlerini lise türlerine göre karşılaştırmalı biçimde analiz etmesiyle alanyazına ve öğretmen hizmet içi eğitim programlarının tasarımı gibi alanlara katkı sunması beklenmektedir.
Anahtar Kelimeler: Dinamik geometri yazılımları, matematik öğretmeni görüşleri, lise türleri, eğitimde teknoloji kullanımı

AN INVESTIGATION OF MATHEMATICS TEACHERS' VIEWS ON DYNAMIC GEOMETRY SOFTWARE ACROSS DIFFERENT TYPES OF HIGH SCHOOLS

ABSTRACT

As the integration of technology into education continues to grow, digital tools such as dynamic geometry software (DGS) hold significant potential to support students' mathematical thinking, problem-solving, and conceptual understanding. Teachers' views on such software can directly impact their classroom practices. In this context, the present study aims to reveal teachers' perspectives on the use of DGS and to examine whether these views differ based on the type of high school in which they work. This research was conducted using a case study model, one of the qualitative research designs. The study group consisted of 20 mathematics teachers who have knowledge and experience with DGS and who work in Anatolian, Science, Vocational and Technical, and Social Sciences high schools in the province of Bursa. Participants were selected through purposive sampling, and data were collected using a semi-structured interview form. The interview form was prepared by the researchers based on a literature review and expert opinions. Content analysis is being used to analyze the data. Findings obtained as a result of data analysis indicate that teachers generally have a positive attitude towards DGS, particularly highlighting its benefits for visualization, student motivation, and meaningful learning. However, notable differences were observed depending on the type of school. For instance, teachers working in social sciences high schools reported using DGS more effectively, while those in vocational high schools were found to have lower levels of knowledge and frequency of use, experienced more difficulties in integrating the software into the classroom, and encountered obstacles such as student disinterest. This suggests that school-specific conditions may influence the use of DGS. Most teachers identified several limiting factors for DGS use, including technical inadequacies, crowded classrooms, curriculum pressure, and time constraints. Additionally, they proposed that the inclusion of practice-based or elective courses in the curriculum could support the integration process. By comparatively analyzing teacher

perspectives according to school types, this study is expected to contribute to the literature and to areas such as the design of in-service training programs for teachers.

Keywords: Dynamic geometry software, mathematics teachers' views, high school types, technology use in education

1.GİRİŞ

Geometri, bireyin dünyayı algılamasında ve diğer matematiksel kavramları anlamasında önemli bir rol oynamakta olup, soyut kavramların somutlaştırılmasında etkili bir araçtır (Aslaner, 2018). Öğrencilerin uzamsal farkındalıklarını geliştirme, akıl yürütme becerilerini destekleme ve düşünme süreçlerini zenginleştirme gibi gerekçelerle geometri öğretimi müfredatta yer almaktadır (Özdemir ve Uygun, 2017). Bu çerçevede teknoloji, özellikle bilgisayar tabanlı interaktif öğrenme ortamları aracılığıyla, soyut kavramların somutlaştırılmasını sağlayan güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır (Deniz, 2019). Teknoloji destekli öğretim, öğrencilerin matematiksel bilgiyi yapılandırmalarına imkân tanırken, çoklu gösterimlerle kavramların dinamik olarak anlaşılmasını da mümkün kılar (Ünlü, 2020).

Millî Eğitim Bakanlığı'nın (2024) Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı'nda da teknoloji entegrasyonu vurgulanmakta; matematiksel araç ve teknolojilerin öğrenme süreçlerine dahil edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Özellikle 10, 11 ve 12. sınıf geometri temalarında, matematik yazılımlarının kullanımına yönelik ifadeler dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda, dinamik geometri yazılımları (DGY), geometriyi statik bir yapıdan dinamik bir öğrenme ortamına dönüştürerek öğrencilerin şekiller arası ilişkiler kurmasına ve hipotez geliştirmesine olanak tanır (Atasoy ve Konyalıhatipoğlu, 2019; Gürbüz ve Gülburnu, 2013). Ayrıca bu yazılımlar, şekillerin oluşturulmasını, analizini ve dinamik düzenlemelerini mümkün kılarak öğrenme sürecini kolaylaştırmakta ve görsel algıyı güçlendirmektedir (Güven ve Karataş, 2003; Doğan ve Karakırık, 2013). Ancak bu entegrasyon, öğretmenlerin pedagojik yeterliliklerinden teknolojiye yönelik tutumlarına kadar birçok sorumluluğu da beraberinde getirmektedir (Güneş, 2016). Bu noktada, öğretmen görüşleri DGY'nin eğitimde etkin kullanımını anlamada kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, farklı tür liselerde görev yapan matematik öğretmenlerinin dinamik geometri yazılımlarına ilişkin görüşlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Literatürde DGY üzerine çok sayıda araştırma bulunmakla birlikte, lise türüne göre öğretmen görüşlerini karşılaştırmalı olarak ele alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu doğrultuda araştırmanın problem cümlesi "Farklı tür liselerde görev yapan matematik öğretmenlerinin dinamik geometri yazılımlarına

ilişkin görüşleri nelerdir?" şeklinde belirlenmiştir. Çalışmada şu alt problemlere yanıt aranmıştır:

1. Anadolu lisesinde görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye dair görüşleri nelerdir?
2. Fen lisesinde görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye dair görüşleri nelerdir?
3. Mesleki ve Teknik lisede görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye dair görüşleri nelerdir?
4. Sosyal Bilimler lisesinde görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye dair görüşleri nelerdir?
5. Farklı tür liselerde görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye dair görüşleri arasındaki farklılıklar nelerdir?

2.YÖNTEM

2.1.Araştırmanın Deseni

Durum çalışması, araştırmacının sınırları belirlenmiş bir durumu veya olayları gözlem, mülakat, görsel-işitsel materyaller ya da dokümanlar yoluyla derinlemesine inceleyip betimlediği nitel bir araştırma yaklaşımıdır (Creswell, 2013). Eğitim alanındaki yeniliklerin araştırılması ve mevcut öğretim programlarının değerlendirilmesinde durum çalışmalarının önemli bir yeri bulunmaktadır (Leymun, Odabaşı ve Yurdakul, 2017). Bu araştırmada, farklı tür liselerde görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye yönelik görüşlerini çeşitli değişkenler çerçevesinde ayrıntılı biçimde ele almak amacıyla durum çalışması deseni tercih edilmiştir. Durum çalışmaları, belirli bir bağlamda kapsamlı ve derinlemesine veri sağlamaya olanak tanıdığı için bu araştırma yaklaşımı uygun görülmüştür. Araştırma, lise türlerine göre öğretmenlerin DGY kullanımına ilişkin görüşlerini inceleyerek bu görüşlerin nasıl farklılaştığını ortaya koymayı hedefleyen bir nitel durum çalışması olarak tasarlanmıştır.

2.2.Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Bursa'daki farklı tür liselerde (Anadolu Lisesi, Fen Lisesi, Mesleki Teknik Lise ve Sosyal Bilimler Lisesi) görev yapan 20 matematik öğretmeni (12 kadın, 8 erkek) oluşturmaktadır. Katılımcılar, nitel araştırmalarda bilgi açısından zengin bireylerin seçilmesini amaçlayan amaçlı örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir (Yağar ve Dökme, 2018). Araştırmada, DGY hakkında bilgi ve deneyime sahip öğretmenlerin görüşleri alınmış; katılımcıların seçimi, temel düzeyde DGY bilgisi, GeoGebra, Cabri, Sketchpad, Cinderella veya Desmos gibi yazılımlardan en az birini

tanıma ya da kullanma ve bu yazılımlarla ilgili eğitim ya da deneyime sahip olma gibi üç kritere dayandırılmıştır. Görüşmelerde ses kaydı için izin alınmış ve katılımcılara ait okul türü, mesleki deneyim süresi gibi bilgiler de analiz amacıyla kaydedilmiştir.

2.3.Veri Toplama Aracı ve Süreci

Araştırmada veri toplamak için yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Bu teknik, belirli bir yapı sunarken aynı zamanda esneklik sağlayarak eğitimbilim araştırmalarında sıkça tercih edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 1999). Farklı lise türlerinde görev yapan öğretmenlerin DGY'ye ilişkin görüş ve deneyimlerini incelemek amacıyla 8 soru hazırlanmış; bu sorular, bir akademisyen ve altı matematik eğitimi lisansüstü öğrencisinin görüşleri doğrultusunda yapılandırılmıştır. Görüşmeler birebir gerçekleştirilmiş, sessiz ve dikkat dağıtıcı unsurlardan uzak ortamlarda yapılmıştır. Tüm görüşmeler, katılımcıların onayıyla ses kaydına alınmış, daha sonra yazılı hale getirilerek analiz edilmiştir. Süreç boyunca etik ilkelere uyulmuş, gizlilik ve mahremiyet korunmuştur.

2.4.Verilerin Analizi

Odaklı ve derinlemesine analiz yapılabilmesi amacıyla, görüşme soruları belirli temalar doğrultusunda yapılandırılmıştır. Sorular, sınırlı görüşme süresi ve öğretmenlerin deneyimlerini açıkça ifade edebilmeleri göz önünde bulundurularak sade ve anlaşılır biçimde hazırlanmıştır. Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır; bu yöntem, verilerin ayrıntılı incelenmesini ve önceden belirlenmemiş temaların ortaya çıkarılmasını sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Katılımcı yanıtları üç ana kategori altında toplanmış, bu kategorilere uygun alt kategoriler ve kodlar belirlenmiştir. Katılımcı gizliliğini sağlamak amacıyla görüşme kayıtları gizli tutulmuş ve öğretmenler Ö1, Ö2, Ö3 şeklinde kodlanmıştır.

3.BULGULAR

Bu bölümde, matematik öğretmenleriyle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler, içerik analizi yöntemiyle incelenmiş ve araştırmanın alt problemleri doğrultusunda sunulmuştur.

3. 1. Anadolu lisesinde görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye dair görüşlerine yönelik bulgular

Anadolu Lisesi öğretmenleri, DGY'nin öğrencilerin kavramsal anlamalarını destekleyebileceğini belirtmiş, ancak uygulamada çeşitli engellerle karşılaşıldığını ifade etmişlerdir. GeoGebra gibi yazılımlara aşina olsalar da bu konuda lisans eğitimlerinde yeterli düzeyde eğitim almadıklarını, bilgilerini genellikle mesleki deneyim ya da meslektaş etkileşimi yoluyla edindiklerini dile getirmişlerdir. Öğrencilere görselleştirme ve keşfetme fırsatı sunması

açısından yazılımların faydalı olduğu düşünülmektedir. Ancak ders süresinin kısıtlı oluşu, kalabalık sınıflar ve teknik altyapı eksiklikleri nedeniyle bu araçların ders içinde yaygın kullanılamadığı görülmektedir. Öğretmenler, dinamik geometri yazılımlarının bireysel ya da küçük grupla yürütülen çalışmalar, matematik atölyeleri ve kulüp faaliyetlerinde daha etkili olabileceğini vurgulamışlardır. Genel olarak, bu yazılımlar sayesinde öğrencilerin daha kalıcı öğrenmeler gerçekleştirebileceği düşünülmekte, fakat müfredat yoğunluğu ve zaman baskısı öğretmenlerin kullanımını sınırlamaktadır.

3. 2. Fen lisesinde görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye dair görüşlerine yönelik bulgular

Fen Lisesi öğretmenleri, DGY'ye ilişkin daha yüksek düzeyde bilgi ve deneyime sahiptir. Lisans eğitimlerinde GeoGebra ve Cabri gibi programlarla tanıştıklarını ve bu yazılımları derslerinde kullanmaya çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Bu araçların öğrencilerin kavramları görselleştirmesine, matematiksel düşünme becerilerini geliştirmesine ve motivasyonlarını artırmasına katkı sağladığı belirtilmiştir. Ancak teknik altyapı eksiklikleri ve sınırlı ders saatleri yazılımların etkin kullanımını zorlaştırmaktadır. Ayrıca bazı öğretmenler, bu tür dijital araçların aşırı kullanımının öğrencilerin geleneksel yöntemlerle öğrenme alışkanlıklarını olumsuz etkileyebileceğinden endişe duymaktadır. Genel olarak öğretmenler, DGY'nin soyut kavramların somutlaştırılmasında etkili bir araç olduğunu düşünmekle birlikte, zaman yönetimi ve altyapı koşulları nedeniyle uygulamada sınırlılıklar yaşandığını belirtmişlerdir.

3. 3. Mesleki ve Teknik lisede görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye dair görüşlerine yönelik bulgular

Meslek Lisesi öğretmenleri, DGY'ye ilişkin olumlu bir bakış açısına sahip olmakla birlikte, uygulama konusunda bazı sınırlılıklar yaşamaktadır. Yazılımların özellikle dönüşüm ve geometrik şekillerin özellikleri gibi konuların öğretiminde somutlaştırıcı bir rol üstlendiği belirtilmiştir. Bu araçlar sayesinde öğrencilerin kavramları daha iyi görselleştirerek anlamalarının kolaylaştığı ifade edilmiştir. Bununla birlikte, öğretmenlerin dijital okuryazarlık ve pedagojik teknoloji kullanımı konularındaki eksiklikleri, yazılımların sınıf içi kullanımını sınırlamaktadır. Bazı öğretmenler, bu yazılımların görsel yönünün güçlü olması nedeniyle öğrencilerin temel matematiksel kavramları derinlemesine öğrenmede zorlanabileceğine dair endişelerini dile getirmiştir. Genel olarak, DGY'nin potansiyel taşıyan araçlar olduğu kabul edilmekte, ancak etkili kullanım için öğretmenlerin mesleki gelişimlerinin desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

3. 4. Sosyal Bilimler lisesinde görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye dair görüşlerine yönelik bulgular

Sosyal Bilimler Lisesi öğretmenleri, DGY'yi öğrencilerin soyut matematiksel kavramları daha somut bir şekilde kavramalarını sağlayan araçlar olarak değerlendirmiştir. Öğrencilerin görsel öğrenme becerilerini geliştirmesi ve problem çözme süreçlerinde daha aktif hale gelmesi bu yazılımların en önemli katkıları arasında görülmektedir. Öğretmenler, yazılımın etkileşimli yapısının öğrenci motivasyonunu artırdığını ve gerçek zamanlı geri bildirimlerle öğrenmeyi desteklediğini ifade etmişlerdir. Ancak sınıflarda yeterli teknolojik donanımın bulunmaması, öğretmenlerin yazılımları etkili kullanmak için yeterli eğitime sahip olmamaları ve öğrencilerin bu süreçte rehberliğe ihtiyaç duymaları, kullanımın yaygınlaşmasını engellemektedir. Bu durum, öğretmenlerin olumlu tutumlarına rağmen, uygulama noktasında birtakım yapısal eksikliklerin giderilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

3. 5. Farklı tür liselerde görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye dair görüşleri arasındaki farklılıklara yönelik bulgular

Farklı tür liselerde görev yapan matematik öğretmenlerinin DGY'ye dair görüşleri arasındaki farklılıklar, öğretmenlerin dijital okuryazarlık düzeyleri, teknolojik donanım imkanları ve öğretim yaklaşımlarına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Fen Lisesi öğretmenleri, DGY'ye daha aşina olup bu yazılımları pedagojik amaçlarla kullanma konusunda daha deneyimlidir; buna karşılık Meslek ve Anadolu Lisesi öğretmenleri genellikle bu yazılımları sınıf ortamında kullanmakta çeşitli engellerle karşılaştıklarını belirtmiştir. Sosyal Bilimler Lisesi öğretmenleri ise DGY'nin öğrencilerin görsel öğrenme ve problem çözme becerilerine katkı sağladığını vurgularken, teknik altyapı ve rehberlik ihtiyacı gibi sorunlara dikkat çekmiştir. Genel olarak tüm lise türlerinde DGY'ye yönelik olumlu bir tutum gözlenmekle birlikte, kullanım sıklığı ve yeterliliğinin öğretmenlerin bireysel deneyimleri ve okulun altyapı koşullarına göre değiştiği tespit edilmiştir.

4.SONUÇLAR

DGY'nin matematik öğretiminde kullanımına ilişkin yapılan bu araştırma, farklı lise türlerinde görev yapan öğretmenlerin DGY'ye dair görüş ve deneyimlerinin çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, DGY'nin öğretim sürecinde potansiyel faydalarının yanı sıra karşılaşılan zorlukları da gözler önüne sermektedir. Anadolu Lisesi öğretmenleri, DGY'nin öğrencilerin kavramları daha iyi anlamalarına katkı sağladığını belirtmiş, ancak sınıf mevcudu, ders süresi ve teknik altyapı eksiklikleri gibi faktörlerin kullanımını sınırladığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Fen Lisesi öğretmenleri de DGY'nin görselleştirme ve keşfetme

fırsatları sunduğunu kabul etmiş, ancak zaman yetersizliği ve donanım eksikliklerinin etkili kullanımını engellediğini belirtmişlerdir. Meslek Lisesi öğretmenleri, DGY'nin özellikle geometrik şekillerin dönüşümleri ve uzayda hareket gibi konuları öğretmede etkili olduğunu vurgulamış, ancak öğretmenlerin dijital okuryazarlık ve pedagojik becerilerinin yetersizliğinin kullanımını sınırladığını dile getirmişlerdir. Sosyal Bilimler Lisesi öğretmenleri ise DGY'nin öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmalarına yardımcı olduğunu, ancak sınıf içindeki teknoloji altyapısı ve donanım eksikliklerinin verimli kullanımını engellediğini ifade etmişlerdir.

Bu bulgular, literatürdeki çalışmalarla da örtüşmektedir. Örneğin, Segal ve arkadaşları (2021), DGY'nin öğretmen adaylarının matematiksel ve pedagojik bilgi düzeylerini artırmada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Şandır ve Aztekin (2016), öğretmen adaylarının DGY'nin kullanım kolaylığı ve etkililiği konusunda olumlu görüşlere sahip olduklarını, ancak yazılımın etkin kullanımı için yeterli eğitim ve altyapının gerekli olduğunu vurgulamışlardır. Sonuç olarak, DGY'nin matematik öğretiminde potansiyel faydaları kabul edilmekle birlikte, etkili kullanımının sağlanabilmesi için öğretmen eğitimi, teknik altyapı ve pedagojik destek gibi unsurların güçlendirilmesinin gerekli olduğu söylenebilir.

KAYNAKÇA

Aslaner, R. (2018). *Dinamik geometri öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Atasoy, E. ve Konyalıhatipoğlu, M. (2019). Dinamik Geometri Yazılımı Kullanılan Öğrenme Ortamında Öğrencilerin Analitik ve Bütüncül Düşünme Stillerinin İncelenmesi. *Eğitim ve Bilim Dergisi, 44*(199).

Creswell, J. W. (2013). *Nitel Araştırma Yöntemleri: Beş Yaklaşıma Göre Nitel Araştırma ve Araştırma Deseni.* M. Bütün ve C. B. Demir (Çev. Ed.). Siyasal Kitabevi.

Deniz, S. (2019). *Teknoloji destekli öğretimin matematik ve geometri alanlarında başarı ve tutuma etkisi üzerine bir meta analiz çalışması* [Yüksek lisans tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.

Doğan, M. ve Karakırık, E. (Ed.). (2013). *Matematik eğitiminde teknoloji kullanımı*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Gökkurt Özdemir, B. ve Uygun, T. (2017). *Geometri öğretimi ve öğrenimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Güneş, H. (2016). *Analitik geometri öğretiminde Cabri 3D kullanımının öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisi ve görüşlerinin değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi]. Uludağ Üniversitesi.

Gürbüz, R. ve Gülburnu, M. (2013). 8. sınıf geometri öğretiminde kullanılan cabri 3D'nin kavramsal öğrenmeye etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 4*(3), 224-241.

Güven, B. ve Karataş İ. (2003). Dinamik geometri yazılımı cabri ile geometri öğrenme: Öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 2*(2), 10.

Leymun, Ş. O., Odabaşı, F. ve Yurdakul, I. K. (2017). Eğitim ortamlarında durum çalışmasının önemi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, *5*(3), 367-385.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2024). *Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı Türkiye yüzyılı maarif modeli.* Ankara.

Segal, R., Oxman, V. & Stupel, M. (2021). Using dynamic geometry software to enhance specialized content knowledge: Pre-service mathematics teachers' perceptions. *International Electronic Journal of Mathematics Education,* 16(3), em0647. https://doi.org/10.29333/iejme/11065

Şandır, H. & Aztekin, S. (2016). Pre-service math teachers' opinions about dynamic geometry softwares and their expectations from them. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 11(3), 421-431.

Ünlü, M. (Ed.). (2020). *Uygulama örnekleriyle matematik öğretiminde yeni yaklaşımlar*. Ankara: Pegem Akademi.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (1999). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma teknikleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* (12.baskı) Ankara: Seçkin Yayınları.

Yağar, F. ve Dökme, S. (2018). Niteliksel araştırmaların planlanması: Araştırma soruları, örneklem seçimi, geçerlik ve güvenirlik. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi, 3*(3), 1-9.

HAVACILIKTA STOCKHOLM SENDROMUNUN İNCELENMESİ: UÇAK KAÇIRMA OLAYLARINDA REHİNELER VE KAÇIRANLAR ARASINDAKİ PSİKOLOJİK DİNAMİKLERİN ANLAŞILMASI

Ramis Onur ÖRÜK
Mehmet Akif Ersoy University, Hikmet Tolunay Vocational School, Department of Civil Air Transportation Management, Bucak/Burdur
ORCID: 0000-0002-9254-7630

ÖZET

1973 yılında İsveç'in Stokholm kentinde gerçekleşen bir banka soygununda rehinelerin kendilerini esir alan kişilerle empati kurmaya başlamasının ardından ortaya çıkan terim, o zamandan beri havacılık da dahil olmak üzere çeşitli bağlamlarda benzer fenomenleri tanımlamak için evrimleşmiştir. Uçak kaçırma olaylarında, Stockholm Sendromu rehinelerin, esir alan kişilere karşı sadakat veya bağlılık gösterebildiği, onları genellikle bir kriz anında koruyucuları olarak gördükleri bir dizi duygusal tepkiyle kendini gösterir. Sendrom, kurbanların genellikle bir hayatta kalma mekanizması olarak, travmatik durumla başa çıkmak için saldırganla özdeşleşmeyi içeren, esir alanlarıyla oluşturdukları paradoksal bir duygusal bağ ile karakterize edilir.

1985 TWA 847 sefer sayılı uçuş gibi önemli vaka çalışmaları bu fenomeni canlı bir şekilde göstermektedir. Karşı karşıya gelme sırasında rehineler, kendilerini esir alan kişilerle dayanışma içinde olduklarını ifade etmiş, hatta medyaya eylemlerini savunmuşlardır; bu da psikolojik manipülasyonun gücünü ve aşırı baskı altında insanın empati kapasitesini vurgular. Rehineler ve kaçırıcılar arasındaki psikolojik dinamikler çok yönlüdür ve duygusal bağların gelişimini kolaylaştıran birkaç temel faktörden etkilenir. Yakınlık önemli bir rol oynar; bir uçağın sınırlı ortamı yoğun bir ortak deneyim yaratır ve rehineler arasında artan bir savunmasızlık hissine yol açar. Bu durum, rehineleri kendilerini esir alan kişilerle aynı hizaya getirmeye zorlayan bir hayatta kalma içgüdüsüne yol açabilir ve korkunun kabul görme arzusuyla iç içe geçtiği bir paradoks yaratabilir. Ek olarak, yakın tehlike korkusu veya birlikte hayatta kalma stratejilerine girişmek olsun, paylaşılan deneyimler beklenmedik bağlantılar oluşturabilir.

Sonuç olarak, havacılıkta Stockholm Sendromu'nun incelenmesi, uçak kaçırma olaylarının yüksek stresli ortamında ortaya çıkan psikolojik mekanizmaların karmaşık bir etkileşimini ortaya koymaktadır. Rehinelerin yaşadığı aşırı korku ve stres, istemeden de olsa, bağımlılığı ve minnettarlık duygusunu besleyen bir hayatta kalma içgüdüsü tarafından yönlendirilen, esir alan kişilerle duygusal bağlara yol açabilir. Güvenlik ve insan psikolojisi arasındaki hassas dengeyi

yönetirken, havacılık endüstrisi riskleri en aza indirmek ve bu tür olayların psikolojik etkilerinin kapsamlı bir şekilde ele alınmasını sağlamak için çalışabilir.

Anahtar Kelimeler: Havacılık, Psikoloji, Stockhol Sendromu

EXAMINING STOCKHOLM SYNDROME IN AVIATION: UNDERSTANDING THE PSYCHOLOGICAL DYNAMICS BETWEEN HOSTAGES AND KIDNAPPERS IN AIRCRAFT HIJACKING INCIDENT

ABSTRACT

The term, which emerged after hostages began to empathize with their captors during a bank robbery in Stockholm, Sweden in 1973, has since evolved to describe similar phenomena in a variety of contexts, including aviation. In airline hijackings, Stockholm Syndrome manifests itself in a series of emotional responses in which hostages may express loyalty or devotion to their captors, often viewing them as protectors in a time of crisis. The syndrome is characterized by a paradoxical emotional bond that victims form with their captors, often as a survival mechanism that involves identifying with the attacker in order to cope with the traumatic situation. Important case studies, such as the 1985 TWA Flight 847, vividly illustrate this phenomenon. During the confrontation, hostages expressed solidarity with their captors and even defended their actions to the media, highlighting the power of psychological manipulation and the human capacity for empathy under extreme pressure. The psychological dynamics between hostages and captors are multifaceted and influenced by several key factors that facilitate the development of emotional bonds. Proximity plays a key role; the confined environment of an aircraft creates an intense shared experience and creates a heightened sense of vulnerability among hostages. This can lead to a survival instinct that forces hostages to align themselves with their captors, creating a paradox where fear intertwines with a desire for acceptance. Additionally, shared experiences, whether fear of imminent danger or engaging in joint survival strategies, can create unexpected connections.

In conclusion, the study of Stockholm Syndrome in aviation reveals a complex interplay of psychological mechanisms that occur in the high-stress environment of aircraft hijackings. The extreme fear and stress experienced by hostages can inadvertently lead to emotional bonds with their captors, driven by a survival instinct that fosters dependency and gratitude. In managing the delicate balance between security and human psychology, the aviation industry can work to minimize risks and ensure that the psychological impact of such events is comprehensively addressed.

Keywords: Aviation, Psychology, Stockholm Syndrome

DİYALOJİK İLETİŞİM KURAMI ÇERÇEVESİNDE BLUTV VE NETFLIX WEB SİTELERİNİN KARŞILAŞTIRMALI İNCELEMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Özgür ASLAN
Avrasya Üniversitesi, İletişim Fakültesi, Yeni Medya ve İletişim Bölümü, Trabzon
ORCID: 0000-0003-3267-5064
Dr. Öğr. Üyesi Ekin Bahar İlik
Avrasya Üniversitesi, İletişim Fakültesi, Görsel İletişim Tasarımı Bölümü, Trabzon
ORCID: 0000-0002-5991-6617

ÖZET

Dijitalleşmenin etkisiyle birlikte insanların televizyon izleme alışkanlıkları da büyük ölçüde değişmiştir. İnsanlar artık geleneksel televizyon yayınlarını seyretmek yerine, istedikleri zaman erişebilecekleri dijital platformları izlemeyi tercih etmektedir. Bu durum bu platformların sadece içerik sunmakla kalmayıp, izleyiciyle sürekli iletişim kurmasını gerekli hale getirmiştir. Çünkü insanlar artık sadece pasif birer izleyen değil aynı zamanda geri bildirimde de bulunan aktif kullanıcılardır. Bu noktada, dijital ortamlarda izleyiciyle kurulan iletişimi anlamak için Kent ve Taylor'ın geliştirdiği diyalojik iletişim kuramı önemli bir yol gösterici olabilir. Bu kurama göre bir web sitesi sadece bilgi vermekle kalmamalı, aynı zamanda kullanıcıyla etkileşime açık, anlaşılır ve güven veren bir yapıya sahip olmalıdır. Kuramda beş temel ilke vardır. Bunlar; diyalojik döngü, bilginin kullanışlılığı, yeniden ziyaretlerin sağlanması, arayüzün kolaylığı ve ziyaretçilerin korunmasıdır. Bu çalışmada, Türkiye'de en çok kullanılan iki dijital yayın platformu olan BluTV ve Netflix'in web siteleri, bu beş ilke doğrultusunda karşılaştırmalı olarak incelenecektir. 2024 yılı son çeyrek verilerine göre Türkiye dijital yayın pazarında BluTV %35, Netflix ise %29 paya sahiptir. BluTV, Türkiye'ye özgü içerikleri ve yerli yapımlarıyla izleyicilere daha yakın duran bir platformdur. Kültürel bağ kurma açısından güçlü bir yönü vardır. Netflix ise geniş içerik arşiviyle öne çıkar. Bu çalışmada, her iki platformun kullanıcılarla dijital ortamda nasıl bir iletişim kurduğu ve bu iletişimin ne kadar etkili olduğu ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dijital platformlar, diyalojik iletişim, web siteleri

COMPARATIVE ANALYSIS OF BLUTV AND NETFLIX WEBSITES WITHIN THE FRAMEWORK OF DIALOGICAL COMMUNICATION THEORY

ABSTRACT

With the impact of digitalization, people's television viewing habits have changed dramatically. Instead of watching traditional television broadcasts, people now prefer to watch digital platforms that they can access whenever they want. This situation has made it necessary for these platforms to not only offer content but also to constantly communicate with the audience. Because people are no longer just passive viewers, but active users who also provide feedback. At this point, the dialogic communication theory developed by Kent and Taylor can be an important guide to understand the communication established with the audience in digital environments. According to this theory, a website should not only provide information, but should also have a structure that is open to interaction with the user, understandable and reassuring. There are five basic principles in the theory. These are; dialogic loop, usefulness of information, ensuring revisits, ease of interface and protection of visitors. In this study, the websites of BluTV and Netflix, the two most widely used digital streaming platforms in Turkey, will be comparatively analyzed in line with these five principles. According to the last quarter data of 2024, BluTV and Netflix have a 35% and 29% share in the Turkish digital broadcasting market, respectively. BluTV is a platform that stands closer to viewers with its Turkey-specific content and local productions. It has a strong cultural connection. Netflix, on the other hand, stands out with its vast content archive. This study examines in detail how both platforms communicate with users in the digital environment and how effective this communication is.

Keywords: Digital platforms, dialogic communication, websites

ÖĞRETMEN ADAYLARININ KARİYER KARARLARINI ETKİLEYEN KİŞİSEL DEĞİŞKENLERİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. Emel TÜZEL İŞERİ
Tokat Gaziosmanpasa University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences, 60150, Tokat
ORCID ID: 0000-0001-5638-0450
Uzman Öğretmen Burcu ÖZTÜRK
Tokat Gaziosmanpasa University Vocational and Technical Anatolian High School, 60150, Tokat
ORCID ID: 0009-0001-7647-8591

ÖZET

Kariyer kararı, bireyin yaşamı süresince hem üretkenliğini hem yaşam kalitesini şekillendirmekte; aynı zamanda sosyal çevresini belirlemesinden toplumsal konumunun oluşmasına kadar birçok alanda önemli etkiler yaratmaktadır. Bu çalışmanın amacı, öğretmenlik mesleğine sahip olma kararını vererek eğitim fakültesinde öğrenim görmeye başlamış olan öğretmen adaylarının bu kararlarını nasıl aldıklarını "bilinçli kariyer kararı", "bilinçsiz kariyer kararı" ve "çevresel etmenler" boyutları altında inceleyerek öğretmen adaylarının bu kariyer boyutlarındaki kararlarını etkileyen kişisel özelliklerinin neler olduğunu belirlemektir. Betimsel tarama modelindeki araştırmanın katılımcılarını Karadeniz Bölgesindeki bir eğitim fakültesinin 1.,2.,3. ve 4. sınıf düzeylerinde eğitim görmekte olan toplam 493 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Verilerin toplanmasında Yusupu (2015) tarafından geliştirilen "Kariyer Kararı Ölçeği" ve araştırmacılar tarafından geliştirilen "Kişisel Bilgiler Formu" kullanılmıştır. SPSS 20 ve SPSS 30 paket programlar ile gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre, öğretmen adaylarının mesleği seçme sebepleri ve mesleki idealleri farklılık göstermekle birlikte, cinsiyetlerinin, yaşlarının, not ortalamalarının, çeşitli kariyer kararı boyutlarında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar meydana getirdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kariyer kararı, meslek seçimi, öğretmen adayları.

INVESTIGATION OF PERSONAL VARIABLES AFFECTING THE CAREER DECISIONS OF PRE-SERVICE TEACHERS

ABSTRACT

Career decisions shape an individual's productivity and quality of life throughout their lifetime, while also having a significant impact on various aspects such as the formation of their social environment and their societal status. The aim of this study is to examine how pre-service teachers, who have decided to pursue the teaching profession and enrolled in an education faculty, make their career decisions. The study categorizes these decisions under three

dimensions: "conscious career decision," "unconscious career decision," and "environmental factors." Furthermore, it seeks to identify the personal characteristics that influence their decisions within these dimensions. The research follows a descriptive survey model, with participants consisting of 493 pre-service teachers studying in their 1st, 2nd, 3rd, and 4th years at an education faculty in the Black Sea Region of Turkey. Data were collected using the "Career Decision Scale" developed by Yusupu (2015) and the "Personal Information Form" created by the researchers. Statistical analyses were conducted using SPSS 20 and SPSS 30. According to the findings, although the reasons for choosing the profession and professional ideals of pre-service teachers vary, it was determined that their gender, age, and grade point averages lead to statistically significant differences in various dimensions of career decision-making.

Keywords: Career decision, career choice, pre-service teachers.

GİRİŞ

Bireyler, ihtiyaçlarını karşılamaya çalışırken sık sık karar alma durumunda kalırlar. Mutlu ve dengeli bir yaşam sürdürebilmek için, karşılaştıkları çeşitli seçenekler arasından kendileri için en uygun olanı seçmeleri gerekmektedir (Doğan, 2014). Kariyer kararı, bireyin yaşamı boyunca gerçekleştirdiği üretimden, sahip olduğu yaşam standardına, sosyal çevresindeki insanları belirlemekten toplumsal statüsünün oluşmasına kadar geniş bir yelpazede hayatını etkilemektedir. Kariyer seçimi, bireyin kişisel özellikleri ile mesleğin gerekliliklerini uyumlu hale getirme zorunluluğu ve bu sürecin çok boyutlu yapısı nedeniyle oldukça karmaşık ve zorlayıcı bir süreç haline gelmektedir (Demir, 2020). Bu süreçte bireylerin kariyer tercihlerini etkileyen faktörlerin bilinmesi, onların daha sağlıklı ve isabetli kararlar alabilme becerilerini geliştirmeleri açısından önemli kabul edilmektedir. Aynı zamanda bu durum, kariyer danışmanlarının da bireylere yönelik desteklerini daha etkili ve bilinçli bir şekilde planlamalarına olanak sağlayacaktır denilebilir (Bahadır, 2018). Klover'a (1983) göre bireyin kariyer kararı, yaşayacağı iş deneyimini, uğraşılarını, mesleğe hazırlanmasını ve mesleğini geliştirmesine yönelik tüm eğitim süreçlerini etkilemektedir. Yetim ve Göktaş (2004) öğretmenlerin, yaşamlarının her aşamasında mesleklerini icra ettiklerini ve bu nedenle hayatları boyunca görev bilinciyle hareket ettiklerine dikkat çekmekte bu durumun öğretmenin yaşamları boyunca biyolojik, psikolojik ve sosyal gereksinimlerini etkilediğini belirtmektedir. Bu bağlamda yapılan bu araştırmanın amacı, öğretmenlik mesleğine sahip olma kararını vererek eğitim fakültesinde öğrenim görmeye başlamış olan öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğini neden seçtiklerini ve mesleki ideallerini belirlemek; bu kararlarını nasıl aldıklarını

"bilinçli kariyer kararı", "bilinçsiz kariyer kararı" ve "çevresel etmenler" boyutları altında inceleyerek öğretmen adaylarının bu kariyer boyutlarındaki kararlarını etkileyen kişisel özelliklerinin neler olduğunu ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda şu sorulara yanıt aranmıştır:

1. Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğini seçme nedeni ve mesleki idealleri nedir?

2. Öğretmen adaylarının «bilinçli kariyer kararı», «bilinçsiz kariyer kararı» ve «çevresel etmenler» boyutlarındaki kariyer kararı düzeyleri nedir?

3. Öğretmen adaylarının «bilinçli kariyer kararı», «bilinçsiz kariyer kararı» ve «çevresel etmenler» boyutlarındaki kariyer kararları sahip oldukları kişisel değişkenlere göre anlamlı farklılık göstermekte midir?

YÖNTEM

Araştırma modeli

Nicel olarak yapılandırılan araştırmada betimsel tarama modeli kullanılmıştır. Betimsel tarama modeli geniş katılımcı grupları üstünde gerçekleştirilen, katılımcıların bir olgu ve/veya olayla ilgili görüşlerinin, tutumlarının ortaya koyulduğu ve betimlenmeye çalışıldığı araştırmalarda kullanılmaktadır (Karakaya, 2012).

Çalışma grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Türkiye'de Karadeniz Bölgesindeki bir eğitim fakültesinin çeşitli bölümlerinde öğrenim görmekte olan tüm sınıf düzeylerinden toplam 493 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adayları araştırmada gönüllülük esasına dayalı olarak yer almışlardır. Çalışma grubunda yer alan öğretmen adaylarının kişisel değişkenlerine Tablo 1'de yer verilmiştir.

Tablo 1.*Öğretmen Adaylarının Kişisel Değişkenleri*

Değişkenler		n
Cinsiyet	Erkek	142
	Kadın	351
Sınıf Düzeyi	1.	98
	2.	83
	3.	198
	4.	114
Mezun Oldukları Lise Türü	Fen lisesi	25
	Anadolu lisesi	305
	Mesleki Teknik Anadolu lisesi	63
	Anadolu İmam Hatip lisesi	52
	Diğer	48
Mezun Oldukları Lisenin Devlet Ya da Özel Olma Durumu	Devlet	452
	Özel	41
Not Ortalaması	79,7676 – S:7,27248 (Min:50-Max:100)	
Yaş Ortalaması	21,0431 – S:2,40802 (Min:17-Max:38)	

Veri toplama aracı

Araştırma verilerinin toplanmasında Yusupu (2015) tarafından geliştirilen "Kariyer Kararı Ölçeği" ve araştırmacılar tarafından alt problemlere uygun biçimde geliştirilen ve öğretmen adaylarının cinsiyet, yaş, not ortalaması, sınıf düzeyi, mezun oldukları lise türü, mezun oldukları lisenin devlet veya özel olma durumu, anne-baba eğitim durumu değişkenlerinin yer aldığı "Kişisel Bilgiler Formu" kullanılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarına "Öğretmenlik mesleğini seçme nedeniniz nedir?" ve "Mesleki idealiniz nedir?" soruları da hazırlanan seçenekler dahilinde sorulmuştur. "Kariyer Kararı Ölçeği" 30 maddeden oluşmaktadır. Yusupu tarafından yapılan güvenirlik çalışması sonuçlarına göre 13 maddeden oluşan «bilinçli kariyer kararı» faktörünün iç tutarlılık katsayısı .898, 11 maddeden oluşan «bilinçsiz kariyer kararı» faktörünün iç tutarlılık katsayısı .852 ve 6 maddeden oluşan «çevresel etmenler» faktörünün iç tutarlılık katsayısı .768 olarak hesaplanmıştır. 30 maddeden oluşan tüm ölçeğin iç tutarlılık katsayısı ise .918 olarak hesaplanmıştır.

Verilerin toplanması ve analizi

Araştırma verileri Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu,'ndan 16.11.2022 tarihinde alınan etik kurul onayı çerçevesinde öğretmen adaylarına uygulanan yazılı formlar aracılığıyla yüz yüze toplanmıştır. Elde edilen formlar

SPSS 20 paket programına aktarılmış verilerin analizinde ise SPSS 20 ve SPSS 30 paket programları kullanılmıştır. Verilerin analizinde ortalama puanlar, standart sapma değerleri, frekans ve yüzde değerleri hesaplanmış, t-testleri, tek yönlü varyans analizleri (ANOVA), Kruskal Wallis H testleri ve korelasyon testleri yapılıştır.

BULGULAR

1. Araştırmanın birinci alt problemi "Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğini seçme nedeni ve mesleki idealleri nedir?" olarak belirlenmiştir. Bu alt problemi çözümlemek aracılığıyla öğretmen adaylarına yöneltilmiş olan seçenekli sorulara öğretmen adaylarının vermiş olduğu yanıtların dağılımı Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2.*Öğretmen Adaylarının Öğretmenlik Mesleğini Seçme Nedenleri ve Mesleki İdealleri*

Değişkenler		f	%
Öğretmenlik mesleğini seçme nedeni	Mesleği sevme	260	52,6
	Aile tercihi	28	5,7
	İş garantisi	59	11,9
	Saygın olması	57	11,5
	Puanının bölüme yetmesi	63	12,8
	Diğer	5	1,0
	Birden fazla	21	4,5
Mesleki ideali	Özel sektörde çalışmak	27	5,5
	Kamuda çalışmak	316	64,0
	Akademisyen olmak	81	16,4
	Kendi işine girmek	50	10,1
	Diğer	11	2,2
	Birden fazla	8	1,6

Tablo 2'de görüldüğü üzere öğretmen adayları öğretmenlik mesleğini en sık "mesleği sevme" ile nedeniyle seçtiğini belirtmiş, en fazla tekrarlanan mesleki idealleri ise "kamuda çalışmak" olarak belirlenmiştir.

2. Araştırmanın ikinci alt problemi "Öğretmen adaylarının «bilinçli kariyer kararı», «bilinçsiz kariyer kararı» ve «çevresel etmenler» boyutlarındaki kariyer kararı düzeyleri nedir?" olarak belirlenmiştir. Bu alt problemi çözümlemek amacıyla ilgili boyutlarda hesaplana ortalama puanlar ve standart sapma değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. *Öğretmen Adaylarının Kariyer Kararı Verme Düzeylerine Ait Ortalama Puanlar ¯(X) ve Standart Sapma (S) Değerleri (N=493)*

Boyutlar	¯X	S
Bilinçli kariyer kararı	4,0684	,60974
Bilinçsiz kariyer kararı	2,3442	,76766
Çevresel etmenlere bağlı kariyer kararı	1,9706	,73362

Tablo 3'e göre öğretmen adaylarının en yüksek düzeyde "bilinçli kariyer kararı" verdikleri, bunu "bilinçsiz kariyer kararı"nın izlediği, en düşük düzeyde ise "çevresel etmenlere bağlı kariyer kararı" verdikleri görülmektedir.

2. Araştırmanın üçüncü alt problemi "Öğretmen adaylarının «bilinçli kariyer kararı», «bilinçsiz kariyer kararı» ve «çevresel etmenler» boyutlarındaki kariyer kararları sahip oldukları kişisel değişkenlere göre anlamlı farklılık göstermekte midir?" şeklinde belirlenmiştir.

Bu alt problemi çözümlemek amacıyla cinsiyet, yaş, not ortalaması, mezun oldukları lise türü, liselerinin devlet ya da özel olması durumu, anne ve baba eğitim durumu değişkenleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda öğretmen adaylarının mezun oldukları lise türü (Kruskal Wallis H testi sonucuna göre p>.05), mezun oldukları lisenin devlet veya özel olma durumu (T-testi sonucuna göre p>.05), annenin eğitim durumu (Kruskal Wallis H testi sonucuna göre p>.05) ve babanın eğitim durumu (Kruskal Wallis H testi sonucuna göre p>.05) değişkenlerine göre öğretmen adaylarının kariyer kararı alt boyutlarında anlamlı farklılık ortaya çıkartmadığı belirlenmiştir.

Anlamlı farklılığın meydana geldiği cinsiyet, yaş ve not ortalaması değişkenlerine ait analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda sırasıyla verilmiştir.

Tablo 4.*Öğretmen Adaylarının Cinsiyetine Göre Kariyer Kararı Verme Düzeylerine Ait T-Testi Sonuçları*

Boyutlar	Cinsiyet	N	X¯	S	t	p
Bilinçli kariyer kararı	Erkek	142	3,9667	,69068	-2,152	,033*
	Kadın	351	4,1076	,56959		
Bilinçsiz kariyer kararı	Erkek	142	2,4172	,74556	1,309	,191
	Kadın	351	2,3174	,77493		
Çevresel etmenlere bağlı kariyer kararı	Erkek	142	2,0780	,76224	1,985	,042*
	Kadın	351	1,9300	,71763		

Tablo 4 incelendiğinde kadın öğretmen adaylarının erkek öğretmen adaylarından anlamlı olarak daha yüksek düzeyde "bilinçli kariyer kararı" verdikleri, erkek öğretmen adaylarının ise kadın öğretmen adaylarından daha yüksek düzeyde "çevresel etmenlere bağlı kariyer kararı" verdikleri görülmektedir.

Tablo 5.*Öğretmen Adaylarının Yaş Ortalaması ile Kariyer Kararı Alma Düzeyleri Arasındaki İlişkiye Ait Korelasyon Sonuçları (N=493)*

Değişkenler	$\bar{X}$	S	1	2	3	4
1.Yaş	21,0431	2,40802	1	,110*	-,028	-,006
2.Bilinçli kariyer kararı	4,0684	,60974		1	-,404**	-,339**
3.Bilinçsiz kariyer kararı	2,3442	,76766			1	,709**
4.Çevresel etmenlere bağlı kariyer kararı	1,9706	,73362				1

Tablo 5'e göre öğretmen adaylarının yaşları arttıkça bilinçli kariyer kararı verme düzeyleri anlamlı fakat düşük düzeyde artış göstermektedir.

Tablo 6.*Öğretmen Adaylarının Not Ortalaması ile Kariyer Kararı Alma Düzeyleri Arasındaki İlişkiye Ait Korelasyon Sonuçları (N=493)*

Değişkenler	$\bar{X}$	*S*	*1*	*2*	*3*	*4*
1.Not ortalaması	79,7676	7,27248	1	,196**	-,149**	-,078
2.Bilinçli kariyer kararı	4,0684	,60974		1	-,404**	-,339**
3.Bilinçsiz kariyer kararı	2,3442	,76766			1	,709**
4.Çevresel etmenler	1,9706	,73362				1

Tablo 6 incelendiğinde öğretmen adaylarının yaşları arttıkça bilinçli kariyer kararı verme düzeylerinin anlamlı fakat düşük düzeyde artış gösterdiği görülmektedir. Bilinçsiz kariyer kararı vermenin ise yine düşük düzeyde ancak anlamlı olarak azaldığı belirlenmiştir.

SONUÇ

Araştırmada elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara dayalı olarak geliştirilen öneriler aşağıda sıralanmaktadır.

1. Araştırma sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının öğretmenliği seçme nedeni büyük ölçüde "mesleği sevme"ye dayanmaktadır. Bu durum, öğretmenliğin hala duygusal bir motivasyonla, yani idealist bir bakış açısıyla tercih edildiğini göstermektedir. Öte yandan bu idealist

yaklaşımın yanında, adayların en çok tekrar ettikleri mesleki idealin "kamuda çalışmak" olması, öğretmen adaylarının iş güvencesi, düzenli gelir elde etme ve sosyal haklar kazanma gibi pragmatik gerekçeleri de ön planda tuttuklarını göstermektedir. Alan yazında benzer araştırma sonuçları da yer almaktadır. Örneğin Çakır ve Akkaya (2017) matematik öğretmen adayları özelinde yaptıkları çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmiştir. Öğretmen adaylarının matematik öğretmenliği mesleğini seçme nedenleri arasında iş kaygısı ve çalışma koşulları ile matematiğe ilgi duyma, onu sevme de yer almaktadır. Keçeci (2021) ise öğretmenler üzerinde yürüttüğü araştırmasında öğretmenlerin öğretmenlik mesleğini seçme nedenleri arasında bireysel nedenlere bağlı olarak ilk sırada alanını sevme, üçüncü sırada ise istihdam kolaylığını gösterdiğini tespit etmiştir. Bu durum, mesleğe duyulan sevginin yanında ekonomik ve yapısal güvencelere olan ihtiyacın da baskın olduğunu göstermektedir denilebilir. Elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının eğitiminde ve mesleği yönlendirmenin yapıldığı daha alt eğitim kademelerinde öğretmenlik mesleği tanıtılırken öğretmenliğin duygusal yönünün dışında profesyonel yönünün de sıklıkla vurgulanması gerektiği düşünülebilir. Ayrıca adaylarının beklediği toplumsal statü ve saygınlığın artırılmasına yönelik politikalar geliştirmenin mesleğin sahip olduğu idealizmi geliştirmek açısından oldukça önemli olduğu da söylenebilir.

2. Öğretmen adaylarının en yüksek düzeyde verdikleri kariyer kararı türü bilinçli kariyer kararıdır. Bunu, sırasıyla bilinçsiz kariyer kararı ve çevresel etmenlere bağlı kariyer kararı izlemektedir. Bu sonuç, adayların kariyer tercihlerinde büyük oranda kendi farkındalıkları doğrultusunda hareket ettiklerini göstermektedir. Diğer taraftan bilinçsiz ve çevresel etmenlere bağlı kariyer kararı alan öğretmen adaylarının varlığı da dikkat çekmektedir. Bu nedenle, öğretmen adayları henüz eğitim fakültesini seçmeden önce mesleki yönlendirmenin başladığı ilk öğretim yıllarından itibaren öğrencilerin içsel motivasyonlarını keşfetmelerine yardımcı olacak seminer ve atölyelerle bilinç düzeyinin artırılmasına yönelik önlemlerin alınması önemli görülmektedir.

3. Araştırma bulguları kadın öğretmen adaylarının, erkek adaylara kıyasla bilinçli kariyer kararı verme düzeyinde daha yüksek puanlara sahip olduğunu; buna karşılık, erkek adaylarınsa ise çevresel etmenlere bağlı kariyer kararı verme düzeyinde kadın adaylara göre anlamlı düzeyde daha yüksek puan aldığını göstermektedir. Bu durum, toplumsal cinsiyet rolleri ve yetiştirilme biçimlerinin kariyer kararları üzerindeki etkisiyle açıklanabilir. Kadınların hali hazırda öğretmenlik mesleğine atfedilen yayın mesleki cinsiyet rollerine uygun biçimde eğitim fakültelerinde yoğun olarak temsil edilmeleri, kadın öğretmen adaylarının bu mesleği bilinçli bir tercihle seçmelerine sebep olmuş olabilir. Dönmez ve Uslu (2013) da araştırmaları

sonucunda elde ettikleri benzer bir bulguyu Türkiye'de yaygın bir görüş olan öğretmenlik mesleğinin kadınlar için daha uygun olduğu düşüncesinin doğrulandığını gösteren bir işaret olarak değerlendirmiştir. Erkek öğretmen adaylarının aile beklentisi, ekonomik koşullar, toplumun erkek bireylere atfettiği roller vb. gibi çevresel etmenlere daha fazla bağlı olarak kariyer kararı verdikleri görülmektedir. Buna göre erkek öğretmen adaylarının kariyer kararlarını bireysel tercihlerden ziyade, dışsal baskılar veya beklentiler doğrultusunda şekillendirdiği söylenebilir. Bu sonuçlara göre meslek seçiminin önem kazandığı özellikle lise düzeyinde öğrencilerin meslek seçiminde kendi ilgi ve yeteneklerini tanımalarına yönelik bireysel danışmanlık programları düzenlenmesi önerilebilir.

Araştırma bulguları, öğretmen adaylarının yaşları arttıkça bilinçli kariyer kararı verme düzeylerinin anlamlı fakat düşük düzeyde artış gösterdiğini ortaya çıkartmıştır. Bu bulgu, yaş ilerledikçe bireylerin kariyer kararlarında daha rasyonel ve planlı davrandıklarını düşündürmektedir. Buna göre meslek seçimi ve kariyer kararı verme ile ilgili desteklerin olabilecek en erken sınıf düzeylerinden itibaren verilmesi önem kazanmaktadır.

Araştırmada elde edilen bir diğer bulgu öğretmen adaylarının not ortalamaları arttıkça, bilinçli kariyer kararı verme düzeylerinde anlamlı artış olduğunu ortaya koymuştur. Öte yandan, not ortalaması azaldıkça bilinçsiz kariyer kararı verme düzeyinde de anlamlı ancak düşük düzeyde bir artış görülmüştür. Bu durum, akademik başarı ile bilinçli karar verme arasındaki ilişkiye işaret etmektedir. Bu bağlamda lise düzeyinden itibaren akademik destek hizmetlerinin kariyer destek hizmetleriyle birlikte yapılandırılması önemli görülmektedir.

KAYNAKÇA

Bahadır, R. Y. (2018). *Lise öğrencilerinin kariyer kararı yetkinlik beklentilerinin anne baba tutumları ve başa çıkma stilleri açısından incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri ABD, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık BD.

Çakır, S, Akkaya, R. (2017). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğini tercih etme nedenleri ve öğretmenlik eğitimi ile ilgili beklentileri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17*(1), 78-98.

Demir, A. (2020). Toplumsal cinsiyet algısı ve kariyer kararsızlığı: Sinop örneği. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi, 8*(22), 1-17.

Doğan, H. (2014). Çağdaş kariyer karar verme yaklaşım ve modellerinin incelenmesi, *OPUS - Türkiye Sosyal Politika ve Çalışma Hayatı Araştırmaları Dergisi, 4*(6) s.100-130.

Dönmez, C. ve Uslu, S. (2013). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğine yönelik tutumları. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 11*(1), 42-63.

Karakaya, İ. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. A. Tanrıöğen (Edt.) Bilimsel araştırma yöntemleri. Ankara: Anı.

Keçeci, B. (2021). *Öğretmenlerin meslekten ayrılma nedenleri: Bir durum çalışması*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Kültür Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eğitim Bilimleri ABD, Eğitim Yönetimi ve Planlaması BD.

Klover, D. M. (1983). *The career decision*. Dissertations and Theses. Paper 3299. https://pdxscholar.library.pdx.edu/open_access_etds/3299/ adresinden erişilmiştir.

Yetim, A. A. ve Göktaş, Z. (2004). Öğretmenin mesleki ve kişisel nitelikleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 12*(2), 541-550.

Yusupu, R. (2015). *Üniversite öğrencilerinde kariyer kararları ile mükemmeliyetçilik, öğrenme motivasyonu ve akademik başarı arasındaki ilişkiler*. (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri ABD, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Programı.

MAKİNE ÖĞRENMESİ VE KARAR DESTEK SİSTEMLERİ İLE KALP YETMEZLİĞİ HASTALARINDA SAĞKALIM TAHMİNİ: VERİ ANALİZİ VE MODEL PERFORMANSI KARŞILAŞTIRMASI

Mustafa ÇAKIR
Iskenderun Technical University, Iskenderun Vocational School of Higher Education, Department of Electronics and Automation, 31200 İskenderun, Hatay
ORCID: 0000-0002-1794-9242

ÖZET

Kalp yetmezliği klinik kayıtlarına ait veri kümesi, hastalığın ilerleyişinde etkili olan faktörlerin belirlenmesi ve sağkalım tahmin modellerinin geliştirilmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışma kapsamında, hem hastaların durumlarını değerlendirmek hem de hastalığa ilişkin risk faktörlerini daha iyi anlamak amacıyla veri analizine dayalı tahmin modelleri geliştirilmiştir. Araştırma, klinik uygulamalarda karar destek mekanizmalarına katkıda bulunarak hasta yönetimini iyileştirmeyi hedeflemiştir. İlk olarak, R-Studio ortamında keşifsel veri analizi gerçekleştirilmiş, korelasyon matrisleri ve öznitelik önem grafikleri yardımıyla veri kümesinin özellikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Veri analizi süreci, ilgili özelliklerin hastalığın etkilerine olan bağlantılarını ortaya koymuş ve algoritmalar için uygun bir temel oluşturmuştur. Çapraz doğrulama yaklaşımı kullanılarak çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları (Aşırı Gradyan Artırma [XGBoost], Destek Vektör Makineleri [SVM], Gradyan Artırma Makinesi [GBM], k-En Yakın Komşu [k-NN], Lojistik Regresyon [LR] ve Naïve Bayes [NB], Rassal Orman [RF]) ile modeller eğitilmiştir. Bu algoritmalar, tahmin performansını artırmak ve sonuçların güvenilirliğini sağlamak amacıyla özenle seçilmiştir. Elde edilen modellerin performansları, doğruluk, hassasiyet ve F1 skorları gibi değerlendirme metrikleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Modellerin başarısını görselleştirmek amacıyla ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrileri oluşturulmuş ve karışıklık matrisleri gibi ayrıntılı analizler sunulmuştur. Kullanıcı tarafından girilen hasta verileri üzerinden, sağkalım tahminleri %76 ile %93 arasında değişen doğruluk oranlarıyla elde edilmiştir. Bu doğruluk oranları, modellerin klinik karar süreçlerine entegre edilebilme potansiyelini göstermektedir.

Çalışmanın genel amacı, kalp yetmezliği olan hastaların klinik değerlendirme süreçlerini destekleyerek daha etkili ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarını mümkün kılmaktır. Bu bağlamda, makine öğrenmesi algoritmalarının yanı sıra veri analizi süreçleri de oldukça kritik bir rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kalp yetmezliği, makine öğrenmesi, tahmin modelleri, keşifsel veri analizi, karar destek sistemi

SURVIVAL PREDICTION IN HEART FAILURE PATIENTS USING MACHINE LEARNING AND DECISION SUPPORT SYSTEMS: DATA ANALYSIS AND MODEL PERFORMANCE COMPARISON

ABSTRACT

The clinical records dataset for heart failure holds significant importance for identifying factors influencing the progression of the disease and developing survival prediction models. This study aims to analyze the dataset to construct prediction models that support physicians in assessing patients with heart failure and understanding associated risk factors. The research contributes to clinical decision-making mechanisms, enhancing patient management. Initially, exploratory data analysis was conducted in the R-Studio environment, utilizing correlation matrices and feature importance graphs to examine the dataset in detail. These analyses provided valuable insights into the relationship between data attributes and the impact on the disease, establishing a solid foundation for algorithm development. Using cross-validation techniques, various machine learning algorithms, including Artificial Neural Network (ANN), Decision Tree (DT), Extreme Gradient Boosting (XGBoost), Gradient Boosting Machine (GBM), k-Nearest Neighbors (k-NN), Logistic Regression (LR), Random Forest (RF), Naive Bayes (NB) and Support Vector Machines (SVM) were trained. These algorithms were carefully selected to maximize prediction accuracy and ensure the reliability of results. The models' performances were evaluated based on metrics such as accuracy, precision, and F1 scores. Receiver Operating Characteristic (ROC) curves were plotted to visualize the models' effectiveness, along with confusion matrices for detailed result analysis. Survival predictions were generated using patient data entered by the user, achieving accuracy rates ranging from 76% to 93%. These accuracy rates highlight the potential for integrating the models into clinical decision processes.

The overarching goal of this study is to support the clinical evaluation of patients with heart failure, enabling the development of more effective and personalized treatment strategies. In this context, both machine learning algorithms and data analysis processes play a critical role.

Keywords: Heart failure, machine learning, prediction models, exploratory data analysis, decision support system

SÜRGÜN, BEDEN, BELLEK: MARYSE CONDE'NİN *BEN TITUBA SALEM'İN KARA CADISI* ROMANINDA KOLONYAL KİMLİK VE KADIN

Ahmet ÖZKAN
Dr. Öğretim Üyesi, Galatasaray Üniversitesi, Karşılaştırmalı Dilbilim ve Uygulamalı Yabancı Diller Bölümü

Özet

Frankofon Karayip edebiyatının önde gelen isimlerinden Maryse Condé'nin *Ben Tituba Salem'in Kara Cadısı* adlı romanı, postkolonyal kadın yazını içinde önemli bir yere sahip olan, tarihsel dışlanma, sömürge şiddeti ve siyah kadın öznenin görünmezliğini edebi bir stratejiyle görünür kılan özgün bir eserdir. Condé, tarihsel metinlerde ancak "öteki" olarak yer bulan genç bir siyahi kadın olan Tituba'yı tarihsel sessizlikten kurtararak ona hem ses olur hem de tarihin tozlu sayfalarına bile adı geçemeyen nice siyahi köle kadını onurlandırır. Bu anlatı, yalnızca bir kadın karakterin yeniden yazımı değil, aynı zamanda bir kolektif hafızanın dişil biçimde inşasıdır. Sömürgecilik ile ataerkinin kesiştiği noktada şekillenen kimlik kurgusu, doğayla, toplulukla ve tarihle kurulan ilişkilerde de belirginleşir. Bu bağlamda roman, yalnızca politik ya da sosyal bir eleştiri değil, aynı zamanda kültürel aidiyet, hafıza ve direniş kavramları etrafında kurgulanan alternatif bir tarih okumasıdır. Bu çalışmada, romanın merkezine yerleştirilen Tituba karakteri aracılığıyla köleliğin hem fiziksel hem de psikolojik izleri, sömürgeci sistemin yarattığı çok katmanlı kimlik yarılması ve siyah kadının tarih boyunca taşıdığı epistemolojik yükler incelenecektir. Çalışma, Condé'nin tarihsel anlatının dışında bıraktığı siyah kadını bir özne olarak merkeze alma biçimini, feminist ve postkolonyal kuramlar ışığında çözümlemeyi amaçlamaktadır. Bu çerçevede *Ben Tituba…* anlatısı, hem bireysel direnişin hem de siyasal belleğin yeniden yazımı olarak okunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Maryse Condé, Siyah Kadın Yazını, Sömürgecilik, Feminizm, Kimlik · Kolektif Bellek, Dişil Anlatı, Tarihsel Sessizlik, Karayip Edebiyatı

ETHICAL AI: BALANCING INNOVATION AND PRIVACY – ADDRESSING BIAS, TRANSPARENCY, AND ACCOUNTABILITY

Saloni SHARMA
Research Scholar, Dept. of Nutrition and Dietetics, Manav Rachna International Institute of Research Studies, (Deemed to be University), Faridabad, India
Suhani SHARMA
MSc. Clinical Research Student, Jamia Hamdard University (Deemed to be University), New Delhi, India

Abstract

As artificial intelligence (AI) continues to revolutionize industries, the need for ethical AI frameworks has become more pressing. While AI enhances efficiency, decision-making, and automation, concerns regarding bias, data privacy, transparency, and accountability pose significant ethical challenges. Bias in AI algorithms can reinforce societal inequalities, leading to unfair outcomes in sectors like healthcare, finance, and law enforcement. Additionally, the lack of transparency in black-box AI models raises concerns about interpretability and trust. Striking a balance between innovation and privacy requires robust regulatory frameworks, explainable AI (XAI), and ethical guidelines to ensure responsible AI deployment. This paper explores how AI can be developed and implemented while safeguarding user data, preventing algorithmic bias, and maintaining accountability through auditable systems, fairness metrics, and privacy-preserving techniques. Addressing these issues is critical to ensuring that AI remains a tool for progress without compromising fundamental human rights.

Keywords: Ethical AI, AI bias, transparency in AI, accountability in AI, explainable AI (XAI), AI governance, data privacy, fairness in AI, responsible AI, AI ethics regulations.

Introduction

Artificial Intelligence (AI) has rapidly evolved from a niche field of computer science into a transformative force that is reshaping the fabric of modern civilization. Its applications span a wide spectrum—from streamlining administrative tasks in hospitals and enhancing diagnostics in healthcare, to enabling personalized learning in education, optimizing logistics in urban planning, and driving predictive analytics in financial services. As AI systems become increasingly embedded in decision-making processes that affect daily lives, their influence extends beyond mere efficiency and innovation. They are now pivotal in shaping societal norms, behaviors, and opportunities.

However, the unprecedented scale and scope of AI's integration into society raise profound ethical questions. The same systems that promise to revolutionize medicine and education can also exacerbate inequality, compromise privacy, and make opaque or unaccountable decisions.

Thus, as AI progresses, so does the responsibility to ensure that its development and deployment adhere to the highest ethical standards.

Ethical AI is not solely a matter of programming integrity or engineering precision—it is a multidisciplinary challenge that intersects with law, philosophy, sociology, and human rights. This imperative becomes particularly critical when considering the inherent risks of algorithmic bias, surveillance, data misuse, and the potential erosion of individual autonomy.

A central concern lies in the reproduction of existing societal biases through machine learning models that are trained on historical data. These biases, if uncorrected, can lead to discriminatory outcomes, especially when applied to high-stakes areas like criminal justice, hiring, lending, and healthcare. In such contexts, AI may not only reflect inequalities but amplify them.

Moreover, the lack of transparency in complex AI systems, often referred to as the "black box" problem, limits the ability of users, regulators, and even developers to understand or challenge AI-driven decisions. This opacity undermines accountability and trust—two essential elements of ethical governance.

Equally pressing is the issue of data privacy. As AI thrives on vast datasets, there is a heightened risk of violating individuals' rights to consent, anonymity, and control over their personal information. Without robust privacy safeguards, AI could become a vehicle for mass surveillance and manipulation.

Thus, building responsible AI requires a balance between innovation and ethics. This involves not only technical solutions—such as fairness-aware algorithms, explainable AI (XAI), and privacy-preserving techniques—but also institutional measures including clear regulatory frameworks, inclusive policy dialogues, and mechanisms for redress.

In this article, we explore how a holistic ethical framework can be established to ensure that AI serves as a force for good—empowering rather than disenfranchising, protecting rights while delivering benefits, and fostering a future where technology enhances, rather than diminishes, human dignity.

1. The Problem of Bias in AI

Bias in artificial intelligence is one of the most pressing ethical challenges facing the deployment of intelligent systems. Despite the perceived objectivity of machines, AI systems are inherently susceptible to bias—primarily because they learn patterns from historical data, which often contain embedded social prejudices and systemic inequalities.

Origins of AI Bias

AI models, particularly those based on machine learning, rely heavily on large datasets for training. These datasets are frequently sourced from human activities—whether they be medical records, judicial outcomes, financial transactions, or social media interactions. If this data contains biased patterns reflective of discriminatory practices or unequal access, the AI will learn and perpetuate those patterns in its outputs. This is known as *algorithmic bias*.

There are various forms of bias that can infiltrate an AI system, including:

- **Historical bias**: Bias already present in the world, captured in the data.
- **Sampling bias**: When data collected is not representative of the target population.
- **Measurement bias**: Arising from the tools or methods used to collect data.
- **Label bias**: In supervised learning, if labels are assigned with human judgment, they may carry subjective or biased interpretations.

Real-World Implications

Bias in AI is not an abstract concern—it has tangible, often serious consequences:

- **Healthcare**: If clinical datasets underrepresented minority populations, AI-driven diagnostic tools may fail to recognize conditions common in those groups. A notable example is dermatological AI trained predominantly on images of lighter skin tones, which underperforms on darker skin, potentially leading to missed diagnoses.
- **Finance**: Automated credit scoring systems trained on historically biased lending data may deny loans disproportionately to marginalized communities, even when their financial indicators are similar to those of other applicants.
- **Law Enforcement**: Predictive policing tools like COMPAS in the U.S. have been found to rate Black defendants as more likely to reoffend than white defendants, despite comparable criminal records—demonstrating how AI can reinforce racial profiling.

Such consequences not only reinforce social injustice but can erode public trust in institutions and technologies meant to serve the public good.

Mitigation Strategies

Addressing bias in AI requires both technical interventions and systemic reforms. Key solutions include:

- **Regular Bias Audits**: Continuous monitoring and evaluation of AI systems to detect and correct unfair biases. Bias audits should be standardized and mandatory in high-stakes applications.
- **Inclusion of Diverse Datasets**: Expanding datasets to include a wide range of demographic groups, socio-economic backgrounds, and regional diversities. Diversity in data helps in building more generalizable and equitable AI systems.
- **Fairness Metrics**: Applying mathematical definitions of fairness, such as:
    - ***Demographic parity*:** Ensuring equal probability of favorable outcomes across groups.
    - ***Equal opportunity*:** Ensuring equal true positive rates for all groups.
    - ***Disparate impact testing*:** Identifying unequal outcomes that may not be overtly discriminatory but still have negative effects on specific populations.
- **Human-in-the-Loop Approaches**: Retaining human oversight in decision-making processes, especially in critical areas like hiring, sentencing, or medical treatment, to provide context and judgment that machines may lack.
- **Ethical Design from the Ground Up**: Embedding fairness considerations early in the model design, rather than as an afterthought. This includes defining the problem, selecting features, and determining performance benchmarks with ethics in mind.

2. Transparency and the Black Box Problem

As AI systems become more sophisticated, their inner workings often become increasingly opaque. This phenomenon—commonly referred to as the "black box problem"—poses a significant challenge to the ethical and responsible use of artificial intelligence. In many instances, even the developers of a model may struggle to fully understand how specific outputs or decisions are generated. This lack of transparency becomes particularly problematic in high-stakes domains such as healthcare, criminal justice, and finance, where decisions can have profound and lasting impacts on individuals and communities.

Understanding the Black Box

At the heart of the black box issue is the complexity of modern AI models, particularly deep learning architectures such as neural networks. These models operate by learning intricate patterns in vast datasets, often comprising millions of parameters. While they can achieve remarkable accuracy, their decision-making processes are not inherently interpretable. Unlike

traditional rule-based systems, where logic can be traced and explained, black-box AI models offer predictions without clear reasoning paths.

This opacity is not merely a technical inconvenience—it's a threat to accountability, trust, and ethical oversight. For example:

- In healthcare, if an AI system recommends a particular treatment but cannot justify its choice, clinicians may hesitate to rely on it, or worse, follow it blindly, risking patient safety.
- In judicial settings, AI tools used for sentencing or parole decisions must be open to scrutiny. A lack of explainability undermines the principles of due process and fairness.
- In financial services, applicants rejected for loans based on an AI model's output deserve to understand the rationale behind the decision.

Consequences of Opacity

- **Erosion of Public Trust**: When people cannot understand or challenge AI decisions, skepticism grows, leading to resistance against AI adoption.
- **Legal and Ethical Risks**: Unexplainable decisions may violate legal standards, especially in jurisdictions that enforce a "right to explanation" (e.g., GDPR in the EU).
- **Bias and Discrimination**: Without transparency, it becomes difficult to audit models for bias, allowing discriminatory practices to go unchecked.

Approaches to Improve Transparency

To mitigate the black box problem, researchers and organizations are investing in techniques and frameworks that make AI more interpretable, understandable, and accountable.

- **Explainable AI (XAI)**:

  XAI refers to a set of methods and tools designed to make the decision-making process of AI models comprehensible to humans. Techniques like SHAP (SHapley Additive exPlanations), LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations), and attention visualization help uncover which features influenced a model's prediction and how.

  Example: In a diagnostic AI, XAI might highlight the symptoms or lab results that most contributed to a disease classification, giving doctors insight into the model's reasoning.

- **Model Documentation and Transparency Reporting**:
  Just as medical devices require documentation for approval, AI systems should include thorough documentation about:
  - The data used for training
  - Model objectives and limitations
  - Testing and validation procedures
  - Known risks or biases

  Initiatives like *Model Cards* and *Datasheets for Datasets* are steps toward standardized reporting that enhances transparency and accountability.
- **Algorithmic Accountability**:
  Clear lines of responsibility must be drawn for decisions made by AI. This includes identifying:
  - Who built the system?
  - Who trained and validated the model?
  - Who is responsible for monitoring and updating it?

  Organizations must be answerable for the consequences of AI deployment, with proper oversight mechanisms and redress systems for affected individuals.
- **Human-Centered Design**:
  Transparency is not only about technical interpretability but also about making outputs understandable to the average user. Designing interfaces that provide contextual explanations, warnings, and options for human override enhances trust and usability.

3. Safeguarding Data Privacy

Artificial Intelligence thrives on data. From personalized recommendations to disease prediction models, AI systems rely on vast amounts of user-generated information to learn and improve. However, this dependence raises serious ethical and legal concerns regarding data privacy. As AI penetrates deeply into healthcare, finance, communication, and governance, it becomes critical to address how personal data is collected, processed, and protected.

The Privacy Paradox in AI

At the heart of AI development lies a paradox: the more data an AI system has access to, the more effective it becomes—yet this very reliance on data can compromise individual privacy. AI systems may collect sensitive information such as:

- **Health records**
- **Financial transactions**
- **Location history**
- **Personal conversations**
- **Behavioral patterns**

If this data is mishandled—whether through breaches, unauthorized sharing, or unethical surveillance—the consequences can be severe: identity theft, discrimination, psychological harm, and a fundamental loss of autonomy.

Ethical and Legal Implications

Data misuse not only violates individual rights but also undermines public trust and regulatory compliance. In response, global regulations such as the General Data Protection Regulation (GDPR) in the European Union and India's Digital Personal Data Protection Act (DPDPA) demand that data usage be:

- **Transparent**
- **Limited in purpose**
- **Securely stored**
- **Based on user consent**

AI developers and deployers are now under increased pressure to adopt privacy-preserving practices that ensure user data is handled ethically and securely.

Privacy-Preserving Strategies in AI

To reconcile innovation with privacy, researchers have developed technical strategies that enable AI systems to learn from data without exposing individual-level information. Some of the most promising approaches include:

1. Federated Learning

Federated Learning (FL) is a decentralized method where AI models are trained directly on users' devices rather than on centralized servers. Only the learned model updates—not raw

data—are sent back to the central server.

Benefits include:

- Eliminating the need for data aggregation
- Reducing risk of data leaks
- Allowing continuous learning without compromising user privacy

  This is particularly useful in sectors like mobile healthcare apps and smart devices.

2. Differential Privacy

Differential privacy adds controlled "statistical noise" to datasets or outputs so that individual data points cannot be distinguished, even by someone with access to the full dataset. This technique:

- Enables aggregate data analysis
- Protects against re-identification attacks
- Maintains usability of the dataset for training AI

  Major tech firms and government institutions are increasingly embedding differential privacy into their systems to enable data sharing while maintaining confidentiality.

3. Encryption and Access Control Mechanisms

Basic yet critical, data encryption ensures that stored or transmitted data is unreadable without a decryption key. Coupled with access control mechanisms, encryption protects sensitive data from cyberattacks and unauthorized users. Key practices include:

- **End-to-end encryption (E2EE)**
- **Multi-factor authentication (MFA)**
- **Role-based access control (RBAC)** These systems create a layered defense that secures AI pipelines from data ingestion to model deployment.

4. Data Anonymization and Minimization

Removing personally identifiable information (PII) from datasets and collecting only the data strictly necessary for a specific AI task reduces privacy risks. This principle of data minimization is foundational to responsible AI design.

Empowering Users and Ensuring Consent

Beyond technological safeguards, ethical AI systems must empower users by providing:

- **Clear consent forms** explaining how data will be used
- **Options to opt-out or revoke consent**
- **Transparency dashboards** to track what data has been collected and how it's processed.

4. Accountability in AI Systems

As AI technologies grow in complexity and influence, ensuring accountability has become a foundational pillar of ethical AI. When an AI system makes a harmful decision—such as misdiagnosing a patient, denying a loan, or wrongly profiling an individual—the question often arises: Who is responsible?

Unlike traditional tools, AI systems function with a level of autonomy, making decisions based on training data, algorithms, and real-time inputs. This autonomy complicates liability, blurring the lines between developers, users, organizations, and policymakers. The absence of clearly defined responsibility can leave victims of AI-driven harm without redress or justice.

The Accountability Gap

AI's "black box" nature and its delegation of decision-making authority can result in a phenomenon known as the accountability gap. This occurs when:

- **Developers** claim they cannot predict how AI will behave due to its complexity.
- **Organizations** cite AI as an "independent agent" to avoid blame.
- **Users** feel powerless to challenge or correct system decisions. This lack of clear ownership can lead to serious ethical and legal implications, particularly in healthcare, finance, criminal justice, and surveillance.

Mechanisms to Promote Accountability

To address these issues, ethical AI design must include built-in accountability measures that ensure systems can be monitored, assessed, and corrected when necessary. Below are key approaches:

1. Transparent Auditing Processes

Just as financial institutions undergo regular audits, AI systems must be subject to algorithmic audits. These audits examine:

- The data used for training
- The logic and parameters of algorithms
- Output consistency and fairness

- Instances of unintended bias or harm

  Auditing should be carried out by independent parties to ensure objectivity and must include documentation of decision-making chains to trace errors back to their origin.

2. Ethical Oversight Boards

Organizations deploying AI systems can establish ethical AI oversight boards composed of interdisciplinary experts—data scientists, ethicists, legal professionals, and community representatives.

Their role includes:

- Evaluating ethical implications of AI use-cases
- Setting boundaries for AI applications (e.g., banning facial recognition in public spaces)
- Reviewing high-risk algorithms prior to deployment

  Such boards serve as a moral compass and provide ongoing scrutiny throughout the AI lifecycle.

3. Legal and Regulatory Frameworks

National and international regulations play a vital role in holding AI actors accountable. Two key frameworks include:

- **EU AI Act (European Union)**

  This pioneering legislation classifies AI systems based on their risk level (unacceptable, high, limited, minimal) and mandates rigorous compliance for high-risk applications. It enforces:

  - Human oversight
  - Risk assessments
  - Transparency obligations
  - Penalties for non-compliance
- **India's Digital Personal Data Protection Act (DPDPA)**

  Though primarily focused on data privacy, DPDPA introduces mechanisms for user consent, data protection officers, and grievance redressal, making organizations responsible for ethical data use in AI systems.

Additionally, the OECD AI Principles, UNESCO's AI Ethics Framework, and guidelines from NITI Aayog in India are shaping global and national narratives around AI accountability.

4. Clear Role Definition and Liability Structures

Organizations must define the roles and responsibilities of every stakeholder in the AI lifecycle:

- **Developers**: Ensure ethical coding and testing
- **Deployers**: Monitor usage and flag misuse
- **End-users**: Receive training to interpret AI outputs responsibly

  Legal agreements, contracts, and standard operating procedures (SOPs) can specify liability, reducing ambiguity in case of system failure or harm.

5. Incident Reporting and Redress Mechanisms

Establishing channels for users to report harms, seek explanations, and appeal decisions is essential. These systems should be:

- Easily accessible
- Transparent in process
- Empowered to take corrective actions

  Victims must have legal avenues for compensation, and organizations must be held answerable for preventable AI malfunctions.

5. The Role of Governance and Policy

Artificial intelligence (AI) is reshaping every facet of society—from public healthcare and education to financial markets and security infrastructure. While private sector innovation has largely driven AI development, the ethical, legal, and social implications demand strong governance frameworks that both facilitate innovation and protect fundamental human rights. Effective AI governance is not about stifling progress but ensuring that progress unfolds responsibly, with due attention to risks like bias, discrimination, surveillance, and loss of autonomy. Governments, institutions, and international bodies must establish comprehensive and adaptive policies that prioritize transparency, accountability, public participation, and fairness.

Key Elements of Effective AI Governance

1. Risk-Based Regulation

Not all AI systems pose the same level of risk. AI used to recommend movies is vastly different from AI used to determine parole eligibility or conduct medical diagnoses. A risk-

based regulatory approach categorizes AI systems according to their potential to harm, requiring greater scrutiny for higher-risk applications.

This ensures that regulation is proportionate, preventing overregulation of low-risk AI while imposing necessary controls on high-stakes technologies.

2. Ethical AI Certification and Audits

Just as electrical devices require safety certification, AI systems—especially those deployed in sensitive domains—should undergo ethical audits and be certified for:

- Bias detection and mitigation
- Transparency of decision-making
- Data protection practices
- User consent and rights

  These certifications serve to build trust among users and signal corporate commitment to responsible AI.

3. Public Engagement and Inclusive Policy Making

AI governance must not be a top-down process. Citizens, civil society organizations, academia, and industry leaders should all be involved in drafting policies.

This participatory approach ensures:

- Cultural and contextual sensitivity in AI use
- Diverse representation in identifying harms
- Public awareness and digital literacy

  It also helps prevent the dominance of corporate interests in shaping the ethical landscape of AI.

Global Examples of AI Governance Efforts

1. UNESCO's Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence

Adopted in 2021, this landmark global framework represents the first international standard-setting instrument on AI ethics. It emphasizes:

- Human-centered values and fairness
- Protection of the environment and diversity
- Robust data governance

- Freedom from discrimination

  UNESCO encourages countries to establish independent AI ethics commissions and ensures that AI supports inclusive, sustainable development.

2. The European Union's AI Act

The EU's Artificial Intelligence Act is the most comprehensive legislation on AI to date. It:

- Categorizes AI systems by risk: unacceptable, high, limited, and minimal
- Prohibits AI uses that manipulate or exploit users (e.g., social scoring systems)
- Mandates stringent requirements for high-risk AI, such as:
  - Human oversight
  - Data quality control
  - Post-market monitoring

    The act also promotes innovation sandboxes to help developers test AI responsibly under regulatory guidance.

3. India's National Strategy for Artificial Intelligence (NITI Aayog)

India's national AI strategy, titled AIforAll, aims to leverage AI for inclusive growth. It outlines:

- Core focus areas: healthcare, agriculture, education, smart mobility, and infrastructure
- Responsible AI principles like inclusivity, safety, transparency, and accountability
- A framework for data privacy, data sharing, and algorithmic governance NITI Aayog has also proposed establishing a Centre for Responsible AI, which would function as a nodal body for policy development and cross-sectoral coordination.

The Need for Adaptive and Global Coordination

Given the transnational nature of AI, national regulations alone are insufficient. There is a growing need for:

- Cross-border cooperation on standards, research, and ethics
- Interoperable legal frameworks to manage data flows and AI products
- Harmonized metrics for AI fairness, accountability, and safety Collaborative initiatives like the Global Partnership on Artificial Intelligence (GPAI) and the OECD AI Policy Observatory show promising steps in this direction.

Conclusion

The future of artificial intelligence hinges not solely on its technical sophistication, but on our collective commitment to ethical stewardship. As AI becomes increasingly embedded in the fabric of everyday life—from healthcare and education to finance and criminal justice—it carries with it profound social and moral implications. The challenge is no longer just about developing smarter machines, but about ensuring that these machines operate in ways that align with human values and democratic ideals.

Ethical AI begins with fairness—designing systems that recognize and mitigate bias, rather than reinforcing existing social inequalities. It calls for transparency, especially in high-stakes applications, so that users and stakeholders can understand, question, and trust the decision-making process. It demands rigorous protections for privacy in an age where personal data fuels machine learning models. Most importantly, it requires clearly defined mechanisms of accountability to ensure that when things go wrong, responsibility is traceable and justice is possible.

These ethical principles are not constraints on progress; rather, they are the foundation upon which trustworthy and sustainable innovation must be built. Ignoring them not only erodes public confidence but also risks entrenching systems of discrimination and harm under the guise of technological efficiency. Conversely, embracing ethical AI strengthens societal resilience and inclusivity, ensuring that technological advancement uplifts rather than undermines human dignity.

In this rapidly evolving landscape, the role of interdisciplinary collaboration, robust governance frameworks, and inclusive public discourse becomes indispensable. Only by embedding ethics at every stage of AI development—design, deployment, monitoring, and regulation—can we chart a future where AI enhances human potential while safeguarding the rights and freedoms that define us. The path forward is not merely about what AI *can* do, but what it *should* do. And in answering that question wisely, we shape a future where innovation and ethics walk hand in hand.

References

1. Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., et al. (2018). *AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations*. Minds and Machines, 28(4), 689–707.
2. Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S., & Floridi, L. (2016). *The ethics of algorithms: Mapping the debate*. Big Data & Society, 3(2).

3. Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). *The global landscape of AI ethics guidelines*. Nature Machine Intelligence, 1(9), 389–399.
4. Dastin, J. (2018). *Amazon scrapped "biased" AI recruiting tool*. Reuters. https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight-idUSKCN1MK08G
5. O'Neil, C. (2016). *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. Crown Publishing Group.
6. Rudin, C. (2019). *Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead*. Nature Machine Intelligence, 1, 206–215.
7. Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). *Towards a rigorous science of interpretable machine learning*. arXiv preprint arXiv:1702.08608.
8. European Commission. (2021). *Proposal for a Regulation on a European Approach for Artificial Intelligence (EU AI Act)*. https://artificialintelligenceact.eu
9. UNESCO. (2021). *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137
10. NITI Aayog. (2018). *National Strategy for Artificial Intelligence*. Government of India. https://niti.gov.in/national-strategy-artificial-intelligence
11. Goodman, B., & Flaxman, S. (2017). *European Union regulations on algorithmic decision-making and a "right to explanation"*. AI Magazine, 38(3), 50–57.
12. Kearns, M., & Roth, A. (2019). *The Ethical Algorithm: The Science of Socially Aware Algorithm Design*. Oxford University Press.
13. Wachter, S., Mittelstadt, B., & Russell, C. (2017). *Counterfactual explanations without opening the black box: Automated decisions and the GDPR*. Harvard Journal of Law & Technology, 31(2), 841–887.
14. McMahan, H. B., et al. (2017). *Communication-efficient learning of deep networks from decentralized data*. In Artificial Intelligence and Statistics (pp. 1273–1282). PMLR. [On Federated Learning]
15. Dwork, C., & Roth, A. (2014). *The algorithmic foundations of differential privacy*. Foundations and Trends® in Theoretical Computer Science, 9(3–4), 211–407.
16. ICO & The Alan Turing Institute. (2019). *Explaining decisions made with AI*. https://ico.org.uk/for-organisations/guide-to-data-protection/key-data-protection-themes/explaining-decisions-made-with-ai/
17. Binns, R. (2018). *Fairness in machine learning: Lessons from political philosophy*. Proceedings of the 2018 Conference on Fairness, Accountability and Transparency (FAT*).
18. Brundage, M., et al. (2020). *Toward trustworthy AI development: Mechanisms for supporting verifiable claims*. arXiv preprint arXiv:2004.07213.
19. Raji, I. D., & Buolamwini, J. (2019). *Actionable auditing: Investigating the impact of publicly naming biased performance results of commercial AI products*. In AIES 2019.
20. India Ministry of Electronics and IT (MeitY). (2023). *Digital Personal Data Protection Act, 2023*. https://www.meity.gov.in/data-protection-framework

SAPONINS FROM *SCABIOSA STELLATA* AS NATURAL ANTI-INFLAMMATORY CANDIDATES AND POWERFUL INHIBITORS OF CYCLOOXYGENASES 1 AND 2, 5-LIPOXYGENASE, AND NF-KB PROTEIN: *IN VIVO*, MOLECULAR DOCKING, AND *IN SILICO* APPROACHES

Chaima MOUFFOUK
Laboratory of Chemistry and Environmental Chemistry (LCCE), Department of Chemistry, Faculty of Matter Sciences, University of Batna 1, 05000 Batna, Algeria.
Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, University of Batna 2, 05000 Batna, Algeria.
Soumia MOUFFOUK
Hamada HABA
Abdelbasset TAMERSIT
Laboratory of Chemistry and Environmental Chemistry (LCCE), Department of Chemistry, Faculty of Matter Sciences, University of Batna 1, 05000 Batna, Algeria.
Oussama KHAOUA
Laboratoire de Chimie des Matériaux et des Vivantes : Activité & Réactivité (LCMVAR), Département de chimie, Faculté des sciences de la matière, Université de Batna-1, Algérie.

ABSTRACT

This study is devoted to the determination of the chemical composition and the assessment of *in vivo* anti-inflammatory activity of the species *Scabiosa stellata* L. Furthermore, four saponins were isolated from the n-butanol extract using several chromatographic methods, and their structures were identified by spectroscopic analysis. The isolated compounds were subjected to molecular docking study with COX-1 and 2, 5-LOX, and NF-κB enzymes to explain the observed *in vivo* anti-inflammatory activity, and their pharmacokinetic and toxic parameters were predicted. According to the results, all the isolated compounds interact well with the active sites of COX-1 and 2, 5-LOX, and showed excellent interaction scores. The saponins demonstrated low intestinal absorption and poor skin, blood-brain barrier, and central nervous system permeability. However, all the molecules had low clearance values and a high drug half-lifetime (t1/2). On the other hand, the compounds had a low possible toxicity and lacked hepatotoxicity, mutagenicity, or cytotoxicity. In addition, the administration of the extract at 75 mg/kg prevents acute paw edema significantly compared to diclofenac. Furthermore, the plant may treat inflammatory diseases. However, a prudent use is recommended due to its richness in saponins known for their toxic effects.

Keywords: *Scabiosa stellata*, phytochemicals, anti-inflammatory, molecular docking, *in silico.*

INVESTIGATION OF THE DEGRADATION PATHWAYS OF A PHARMACEUTICAL COMPOUND USİNG LC-MS/MS AND NMR SPECTROSCOPY

R. VIDHYALAKSHMI
K. RAJAGANAPATHY
Bharath Instıtute Of Hıgher Educatıon And Research,Selaıyur,Chennaı 600073,Tamıl Nadu,Chennaı

Abstract

Understanding the degradation pathways of pharmaceutical compounds is crucial for ensuring drug stability, efficacy, and safety. This study investigates the degradation mechanisms of a pharmaceutical compound using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS) and Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy. LC-MS/MS provides high sensitivity and selectivity for identifying degradation products, while NMR spectroscopy offers detailed structural elucidation of degradation pathways. Forced degradation studies were conducted under stress conditions, including hydrolysis, oxidation, photolysis, and thermal exposure, to simulate real-world stability challenges. The degradation products were separated using LC, and their structures were characterized through mass spectral fragmentation patterns and NMR spectral data. The integration of these techniques enabled a comprehensive understanding of the degradation kinetics and transformation products. Identifying the primary degradation pathways helps in predicting potential impurities and optimizing formulation strategies to enhance drug stability. This study emphasizes the significance of combining LC-MS/MS and NMR spectroscopy for reliable degradation profiling and regulatory compliance in pharmaceutical quality control. The findings contribute to the development of more stable drug formulations, ensuring their safety and effectiveness throughout shelf life.

Keywords: Degradation pathways, LC-MS/MS, NMR spectroscopy, Pharmaceutical stability, Forced degradation, Drug impurities

BENEFICIAL EFFECT OF *Trichoderma* USED AS SEED TREATMENT FOR PROMOTING THE GROWTH OF YOUNG ARGAN SEEDLINGS

El Rhoch MOHAMED
Maazouzi SOUKAINA
Laboratoire des Productions Végétales, Animales et Agro-Industrie, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl, Kenitra, Maroc
Mouden NAJOUA
Laboratoire de Chimie Moléculaire et Molécules de l'Environnement, Faculté Pluridisciplinaire de Nador, Université Mohammed 1er Oujda, Maroc
Sellal ZINEB
Selmaoui KARIMA
Ouazzani Touhami AMINA
Douira ALLAL
Laboratoire des Productions Végétales, Animales et Agro-Industrie, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl, Kenitra, Maroc

Abstract

Trichoderma spp. are endophytic symbionts of plants that offer various benefits. The seed treatment with species from this genus has been tested across numerous crops and plants. There is growing interest in applying innovate methods that can reduce the impact of abiotic stresses and promote plant growth. However, there is limited information's available on their application to endemic plant species. This study monitored the performance of argan seedlings treated with a bioformulation of *Trichoderma* sp. as a seed treatment over a 12-months period in greenhouse conditions. A significant growth promotion of argan plants was obtained with a noticeable improve in length, dry matter of below and above ground parts as well as number of branches in argan seedlings. The root and vegetative fresh weights were respectively of 12 and 14 g compared to the control plants 2 g and 3 g. The length of the root and vegetative parts of the treated plants reached 44 cm and 74 cm, respectively, compared to the control plants, which measured 35 cm and 25 cm. In addition, differences in crown diameters and number of twigs were noted in the treated and control plants showing respective sizes of 1 cm and 0.5 cm as well as an average branch number of 4 and 1. The treated plants also produced a greater number of branches, with an average of 4 branches compared to just 1 branch in the control group. Furthermore, the survival rate of *Trichoderma* sp. in the root tissues of argan seedlings was found to be associated with a colonization rate of 95%.

Keywords. Argan seeds, *Trichoderma* sp., greenhouse, growth parameters.

EXPLORING SMART CONTRACTS IN SUPPLY CHAINS: ENHANCING TRANSPARENCY AND EFFICIENCY THROUGH BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Habib Shehu JİBRİN
Department of Computer Science, Federal Polytechnic Kaltungo, Gombe State, Nigeria
Muhammad Kabir IDRİS
Dept. of Science Education, Faculty of Technology Education, Abubakar Tafawa Balewa University, Bauchi, Nigeria
Aminu Adamu AHMED*
Department of Information and Communication Technology, Federal Polytechnic Kaltungo, Gombe State, Nigeria

Abstract

This study explores the transformative potential of smart contracts in enhancing operational efficiency and transparency within supply chains. By automating transactions and eliminating intermediaries, smart contracts—self-executing agreements encoded with specific terms—significantly streamline complex processes, leading to operational efficiency improvements of up to 30%. The integration of blockchain technology further bolsters accountability by providing a tamper-proof record of transactions, which is crucial as a significant percentage of consumers prefer businesses that demonstrate supply chain transparency. Real-time insights into supply chain activities enable stakeholders to monitor goods flow and ensure compliance with contractual obligations, particularly in critical sectors like food and pharmaceuticals. The findings indicate a 50% reduction in contract fulfillment disputes among businesses utilizing blockchain, fostering trust and collaboration among supply chain partners. Overall, the results underscore the necessity for companies to adopt smart contracts as a strategic response to the increasing demand for transparency and efficiency in a competitive market, ultimately enhancing customer satisfaction and trust.

Keywords: Smart Contracts, Blockchain Technology, Supply Chain Management, Transparency, Efficiency, Automation, Operational Challenges

1. Introduction

A key element of contemporary corporate operations is supply chain management (SCM), which includes organizing, carrying out, and overseeing supply chain operations in order to generate value, improve customer satisfaction, and gain a competitive edge (Ahmed et al., 2024; Christopher, 2016). Traditional supply chains, however, have a number of issues that reduce their efficacy and efficiency. Important problems include inadequate stakeholder communication, inefficiencies brought on by reliance on middlemen, and a lack of transparency, which can result in fraud and bad management (Kouhizadeh & Sarkis, 2018). The World Economic Forum (2020) claims that these difficulties are made worse by disruptions like

natural catastrophes, geopolitical conflicts, and worldwide pandemics, which expose the weaknesses of current supply chain systems. An inventive digital ledger system called blockchain technology presents a viable answer to a number of these issues. Real-time tracking of products and resources across the supply chain is made possible by blockchain, which offers a decentralized, transparent, and unchangeable record of transactions (Zhao, et al., 2019; Kamble et al., 2020). The potential of blockchain in supply chain management are further enhanced by smart contracts, which are self-executing agreements with the conditions of the agreement explicitly put into code. They guarantee that everyone abides by the terms that have been agreed upon, automate procedures, and eliminate the need for middlemen (Zheng et al., 2018). These characteristics have the potential to greatly increase supply chain stakeholders' trust and operational efficiency. This study's goal is to investigate how blockchain technology can be used to integrate smart contracts into supply chain management. It specifically seeks to determine the possible advantages and difficulties of implementing smart contracts, as well as how their use can improve operational effectiveness and transparency. This study aims to offer important insights into the revolutionary potential of smart contracts in resolving the persistent issues that traditional supply chains confront by looking at real-world applications and case studies.

2. Literature Review

Both researchers and industry professionals have shown a great deal of interest in the application of blockchain technology to supply chain management. The decentralized and unchangeable characteristics of blockchain technology offer a strong foundation for tackling the various issues that come with conventional supply chains. The research currently in publication identifies a number of crucial ways in which supply chain operations can be improved by blockchain (Prokofieva et al., 2019). Enhanced transparency is one of the main advantages of blockchain in supply chains. Blockchain enables real-time tracking of items, giving all parties involved access to a single source of truth about the location and status of objects (Dubey et al., 2019). Since every transaction is tracked and validated by several network nodes, it is practically impossible to change previous data without consensus, which reduces the danger of fraud and counterfeiting (Wang et al., 2019). Additionally, blockchain gives customers more insight into the supply chain, empowering them to base their decisions on ethical product sourcing (Kamble et al., 2020). Blockchain greatly improves supply chain efficiency in addition to transparency. Blockchain can simplify operations and lower transaction costs by automating transaction processes and eliminating the need for middlemen (Kouhizadeh

& Sarkis, 2018). For instance, automated adherence to contractual requirements is made possible by the implementation of smart contracts, which are self-executing agreements encoded into the blockchain. According to research by Xu et al. (2019), smart contracts can speed up transaction times and increase overall operational efficiency by removing delays brought on by manual processes and conflicts.

Additionally, smart contracts play a crucial role in building confidence throughout the supply chain, which goes beyond simple automation. According to Badi et al. (2020) and Chen et al. (2020), smart contracts have the ability to automatically enforce compliance, guaranteeing that all parties carry out their responsibilities without the need for mediation. This feature lowers the possibility of conflict and improves cooperation, making it especially useful in intricate supply chains with several stakeholders. Notwithstanding the encouraging advantages, the literature also points to difficulties in implementing blockchain technology and smart contracts. Widespread adoption may be hampered by problems like regulatory uncertainty, technological complexity, and the requirement for industry-wide standards (Wei et al., 2023; Saberi et al., 2019). Consequently, even if blockchain technology and smart contracts have a great deal of promise to revolutionize supply chains, more study is required to fully understand these issues and create implementation solutions.

3. Methodology

This section describes the study's research design, literature identification, data collection methods, and data analysis protocols.

3.1 Research Design

The study employs a thematic analysis approach, which is well-suited for examining and identifying patterns in qualitative data. Thematic analysis focuses on the experiences, perceptions, and implications collected from multiple sources, enabling a thorough understanding of the integration of smart contracts in supply chain management. This approach facilitates the identification of recurrent themes related to the advantages, disadvantages, operational effectiveness, and transparency of supply chain smart contract implementation.

3.2 Literature Identification

A comprehensive literature search was conducted, identifying 10,024 articles, of which 47 were included in the final review. The search strategy involved querying reputable databases such as Scopus, Web of Science, Google Scholar, Science Direct, and Emerald Insight. The inclusion criteria focused on peer-reviewed articles published between 2015 and 2024 that examined the use of blockchain technology and smart contracts in supply chains. Exclusion

criteria included articles that did not provide empirical data or were not relevant to the research objectives.

3.3 Data Collection Methods

Data for this study was gathered from a range of reliable sources to ensure a robust basis for analysis. Peer-reviewed scholarly journals were the primary source of data. A review of articles published from 2015 to 2024 was conducted, emphasizing research on blockchain technology and smart contracts in supply chains. Reputable databases such as Scopus, Web of Science, Google Scholar, Science Direct, and Emerald Insight were used to source high-quality publications. Additionally, conference proceedings from events focused on supply chain management, blockchain technology, and digital transformation were reviewed to obtain perspectives from researchers and industry professionals. Industry reports from respected organizations, think tanks, and consulting firms were also included to provide insights into real-world applications, case studies, and market trends.

3.4 Search Strategy

The search strategy involved a systematic approach to identify relevant literature on the use of blockchain technology and smart contracts in supply chain management. The following steps outline the search strategy:

1. Database Selection

- Reputable databases such as Scopus, Web of Science, Google Scholar, Science Direct, and Emerald Insight were selected for the literature search, *Figure 1* illustrates the number of samples derived from each database.

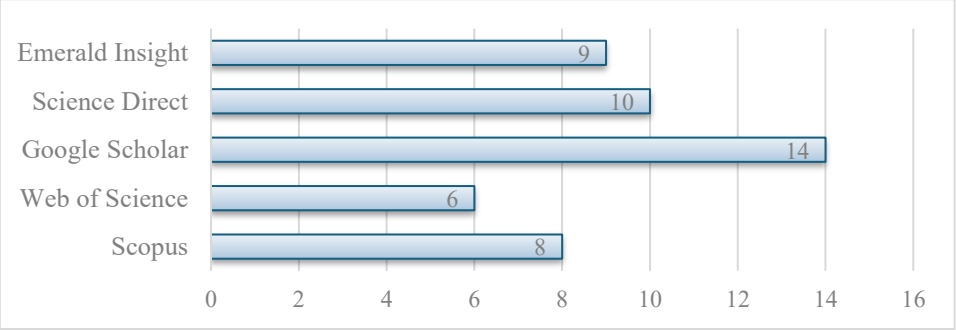


Figure 2. Inclusion based on the database

2. Keyword Identification

- Specific keywords and phrases related to blockchain, smart contracts, and supply chain management were identified. Examples of keywords used include "blockchain," "smart contracts," "supply chain management," "transparency," and "efficiency."

3. Boolean Operators

- Boolean operators (AND, OR, NOT) were used to refine the search results and ensure the inclusion of relevant studies. For example, the search query "blockchain AND smart contracts AND supply chain management" was used to narrow down the results.

4. Search Execution

- The search was conducted across multiple databases to capture a wide range of perspectives and findings. Each database was searched using the identified keywords and Boolean operators.

5. Initial Screening

- The initial search yielded 10,024 articles. Titles and abstracts were screened for relevance to the research objectives. Articles that did not meet the initial screening criteria were excluded, resulting in 8,500 unique articles (see Table 2).

6. Full-Text Review

- Full-text articles were assessed for eligibility. A total of 1,300 articles were reviewed in detail to determine their relevance and quality. Articles that did not provide empirical data or were not relevant to the research objectives were excluded.

7. Final Inclusion

- 47 articles met the inclusion criteria and were included in the final review. These articles provided empirical data and were relevant to the research objectives, focusing on the use of blockchain technology and smart contracts in supply chains.

3.5 Inclusion and Exclusion Criteria

Table 1 below illustrates the inclusion and exclusion criteria.

Table 1. Inclusion and Exclusion Criteria

Inclusion criteria	***Exclusion criteria***
Peer-reviewed articles published between 2015 and 2024.	Articles not providing empirical data.
Studies examining the use of blockchain technology and smart contracts in supply chains.	Studies not relevant to the research objectives.
Articles providing empirical data and relevant to the research objectives.	

3.6 PRISMA Flow Table

The PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) flow distribution table as illustrates the process of literature identification in Table 2, screening, eligibility assessment, and inclusion. The following steps outline how the identified literature reached the inclusion of 47 articles.

Table 2. PRISMA Flow Distribution

1. Identification	A comprehensive search was conducted across multiple databases, including Scopus, Web of Science, Google Scholar, ScienceDirect, and EmeraldInsight.
	Keywords and phrases related to blockchain, smart contracts, and supply chain management were used.
	A total of 10,024 articles were identified through database searches.
2. Screening	Duplicates were removed, resulting in 8,500 unique articles.
	Titles and abstracts were screened for relevance to the research objectives.
	7,200 articles were excluded based on the initial screening criteria.
3. Eligibility	Full-text articles were assessed for eligibility.
	1,300 articles were reviewed in detail to determine their relevance and quality.
	1,253 articles were excluded based on predefined eligibility criteria, such as lack of empirical data or irrelevance to the research objectives.
4. Inclusion	47 articles met the inclusion criteria and were included in the final review.
	These articles provided empirical data and were relevant to the research objectives, focusing on the use of blockchain technology and smart contracts in supply chains.

3.7 Methods of Data Analysis

Thematic analysis was employed to analyze the data, as it has been used in the previous studies such as Mirzaei & Shokouhyar (2023), Ellram & Tate (2000), and Sodhi & Tang (2018).

1. Familiarization

- The researcher familiarized themselves with the gathered data through careful reading and re-reading of the articles.

2. Initial Coding

- Essential concepts and ideas related to efficiency, transparency, benefits, and challenges were identified and coded.
- Text passages reflecting significant themes were underlined and annotated.

3. Theme Building

- Patterns and connections among the initial codes were identified.
- Codes were grouped into broader themes that complemented the study's objectives.

4. Reviewing Themes

- Themes were reviewed to ensure they accurately reflected the data.
- The original data was re-examined to confirm the themes were supported by evidence.

5. Defining and Naming Themes

- Each theme was named and defined to summarize its main ideas.
- The themes clarified how they advanced the understanding of smart contract integration in supply chains.

6. Reporting

- The findings were synthesized into a coherent narrative.
- The narrative presented the themes in relation to the research objectives and questions.
- The challenges of implementing smart contracts and their potential to enhance supply chain operational efficiency and transparency were highlighted.

4. Results and Discussion

There is much promise for improving operational efficiency and transparency through the use of smart contracts in supply chains. By automating transactions and eliminating the need for middlemen, smart contracts as self-executing agreements with the terms of the contract explicitly put into code (Sharma, et al., 2020), simplify complicated procedures. This automation results in significant cost savings in addition to minimizing manual verification. For example, because smart contracts avoid the delays that come with standard contract execution techniques, companies that use them have experienced operational efficiency savings of up to 30% (Deloitte, 2023). Additionally, a tamper-proof record of transactions is made possible by the integration of blockchain technology, which improves supply chain partners' accountability. 62% of consumers are more inclined to make a purchase from businesses that exhibit supply chain transparency, according to Mohsen (2023) and Deloitte (2023), underscoring the growing significance of accountability in consumer decision-making. Transparency-wise, smart contracts give stakeholders real-time insight into supply chain activities, enabling them to monitor the flow of goods and confirm that contractual commitments are being met. This feature is especially important in sectors like food and medicines where traceability is critical. Because everyone has access to the same unchangeable data, a research found that businesses using blockchain for supply chain management saw a 50% decrease in contract fulfillment conflicts (Aditya et al., 2024; Dutta, et al., 2020; Smith & Johnson, 2022). Furthermore, supply chain actors develop closer bonds thanks to blockchain technology's collaborative character, which boosts profitability and creativity (Mahadevan et al., 2024; Brown, 2024). All things considered, the results highlight how implementing smart contracts helps firms succeed in a market that is becoming more and more competitive while also resolving long-standing issues in supply chain management.

4.1 Smart Contract Codes

A simple smart contract template that can be applied to supply chain management is shown in the code below. Depending on certain business demands and specifications, this template can be altered.

```solidity
pragma solidity ^0.8.0;

contract SupplyChainContract {
    address public owner;
    address public supplier;
    address public manufacturer;
    address public retailer;

    enum State { Created, InTransit, Delivered, Completed }
    State public state;

    event ContractCreated(address supplier, address manufacturer, address retailer);
    event ItemInTransit();
    event ItemDelivered();
    event ContractCompleted();

    constructor(address _supplier, address _manufacturer, address _retailer) {
        owner = msg.sender;
        supplier = _supplier;
        manufacturer = _manufacturer;
        retailer = _retailer;
        state = State.Created;

        emit ContractCreated(supplier, manufacturer, retailer);
    }

    modifier onlyOwner() {
        require(msg.sender == owner, "Not authorized");
        _;
    }

    modifier inState(State _state) {
        require(state == _state, "Invalid state");
        _;
    }

    function markInTransit() public onlyOwner inState(State.Created) {
        state = State.InTransit;
        emit ItemInTransit();
    }

    function markDelivered() public onlyOwner inState(State.InTransit) {
```

```
        state = State.Delivered;
        emit ItemDelivered();
    }

    function completeContract() public onlyOwner inState(State.Delivered) {
        state = State.Completed;
        emit ContractCompleted();
    }
}
```

The results of this study demonstrate the revolutionary potential of smart contracts in resolving common supply chain management problems, especially those pertaining to operational effectiveness and transparency. The documented 30% increase in operational efficiency is consistent with previous research that highlights how blockchain technology may expedite procedures and shorten transaction times (Deloitte, 2023). In an environment where supply chain interruptions can result in large financial losses, this efficiency is essential. Furthermore, the 50% decrease in contract fulfillment issues highlights how well smart contracts work to build stakeholder confidence, which is essential for supply chain partnerships (Aditya et al., 2024; Huang et al., 2022; Smith & Johnson, 2022). There is agreement regarding the benefits of blockchain technology in supply chain operations when comparing these findings with the body of current literature. For example, a comprehensive review found that the decentralized structure and consensus procedures of blockchain greatly reduce the risks of fraud and data manipulation (Prokofieva et al., 2019). Additionally, a growing market need for ethical supply chain processes is seen in the 62% of customers who favor businesses that exhibit transparency (Deloitte, 2023), which emphasizes the necessity for stakeholders to embrace cutting-edge solutions like smart contracts (Müller, et al., 2022). There are significant practical ramifications for supply chain participants; businesses that use smart contracts can increase customer happiness and trust in addition to operational efficiency (Seifermann et al., 2023; Rejeb, et al., 2019). According to the literature, businesses hoping to stay competitive in a global market that is becoming more complex must embrace blockchain technology as a required progression rather than just a trend (Pal & Yasar, 2020; Queiroz, et al., 2019; Sengupta et al., 2019). As a result, the study's conclusions add to the continuing discussion on how important technology is to supply chain management's future.

4.2 Application of Blockchain Technology in Supply Chain Management

As shown in Table 3, the integration of blockchain technology and smart contracts into supply chain management has garnered significant attention in recent years, as evidenced by

various studies that highlight their transformative potential. Saberi et al. (2019) emphasize that blockchain enhances supply chain efficiency by eliminating intermediaries and providing real-time visibility, which fosters trust among stakeholders. This sentiment is echoed by Wang et al. (2019), who note that blockchain significantly improves transparency and traceability, ultimately leading to enhanced stakeholder trust. Casino et al. (2019) further elaborate on the role of smart contracts in automating transactions and mitigating inefficiencies, addressing critical challenges such as counterfeit products and payment delays. This automation is crucial for improving operational efficiency, as highlighted by Korpela et al. (2017), who found that blockchain integration enhances overall operational effectiveness in supply chains.

Table 3. Application of Blockchain Technology in Supply Chains

Author(s)/Date/Title	Aim	Techniques	Findings
Saberi et al. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management.	To examine the impact of blockchain on supply chain efficiency, transparency, and innovation	Literature review, case studies, and pilot projects	Blockchain enhances efficiency by eliminating intermediaries, reducing paperwork, and providing real-time visibility. It ensures data integrity and transparency, fostering trust among stakeholders
Casino et al. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues.	To explore the application of blockchain technology in supply chain systems	Case studies, analysis of smart contract applications	Smart contracts automate transactions, mitigate inefficiencies, and enhance traceability and operational efficiency. They address challenges such as counterfeit products and payment delays.
Wang et al. (2019). Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains?	To explore the transformative potential of blockchain technology in supply chains	Literature review, case studies, expert interviews	Blockchain technology can significantly enhance supply chain transparency, traceability, and efficiency, leading to improved trust among stakeholders.
Francisco & Swanson (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency.	To investigate the adoption of blockchain technology for supply chain transparency	Case studies, surveys, interviews	Blockchain technology improves supply chain transparency, reduces fraud, and enhances trust among stakeholders.
Korpela et al. (2017). Digital supply chain transformation toward blockchain integration.	To examine the digital transformation of supply chains through blockchain integration	Case studies, literature review, expert interviews	Blockchain integration in supply chains enhances transparency, traceability, and operational efficiency.
Tian (2017). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things.	To develop a traceability system for food safety using blockchain and IoT	System development, case studies, expert interviews.	The traceability system improves food safety by enhancing transparency, traceability, and accountability in the supply chain.
Caro et al. (2018). Blockchain-based	To implement a blockchain-based	System development,	The blockchain-based traceability system enhances transparency,

traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation.	traceability system in the agri-food supply chain	case studies, expert interviews	traceability, and accountability in the agri-food supply chain
Kamilaris et al. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains.	To explore the adoption of blockchain technology in agriculture and food supply chains	Literature review, case studies, expert interviews	Blockchain technology enhances transparency, traceability, and efficiency in agriculture and food supply chains.
Toyoda et al. (2017). A novel blockchain-based product ownership management system (POMS) for anti-counterfeits in the post supply chain.	To develop a blockchain-based product ownership management system for anti-counterfeiting	System development, case studies, expert interviews	The blockchain-based system enhances product ownership management and reduces counterfeiting in the supply chain.
Abeyratne & Monfared (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger.	To explore the readiness of manufacturing supply chains for blockchain integration	Literature review, case studies, expert interviews	Blockchain technology enhances transparency, traceability, and efficiency in manufacturing supply chains
Kouhizadeh et al. (2020). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers	To explore the barriers to blockchain adoption in sustainable supply chains	Literature review, case studies, expert interviews	The main barriers to blockchain adoption in sustainable supply chains include technological complexity, regulatory issues, and lack of standardization
Groschopf et al. (2021). Smart Contracts for Sustainable Supply Chain Management: Conceptual Frameworks for Supply Chain Maturity Evaluation and Smart Contract Sustainability Assessment.	To explore the relationship between smart contracts and sustainability in supply chains	Content analysis, conceptual framework development	Smart contracts can contribute to the economic and social development of networked value chains and Society 5.0.
Alqarni et al. (2023). Use of Blockchain-Based Smart Contracts in Logistics and Supply Chains.	To explore the benefits, applications, and issues related to the usage of blockchain and smart contracts in logistics and supply-chain management	To explore the benefits, applications, and issues related to the usage of blockchain and smart contracts in logistics and supply-chain management	Blockchain technology enhances transparency, traceability, and efficiency in logistics and supply chains.
Bottoni et al. (2020). Intelligent Smart Contracts for Innovative Supply Chain Management.	To propose blockchains and smart contracts as enabling technologies for innovative supply chain management	Literature review, case studies, expert interviews	Intelligent smart contracts enhance collaboration, trust, and coordination in supply chains, leading to higher profitability and economic health.

In the context of food safety, Tian (2017) and Caro et al. (2018) demonstrate that blockchain-based traceability systems can significantly improve transparency and accountability, which are vital for ensuring food safety. Kamilaris et al. (2019) also support this notion, indicating that the adoption of blockchain in agriculture enhances traceability and efficiency, thereby addressing concerns related to food supply chains. However, the adoption of these technologies is not without challenges. Sacala, et al. (2022) and Kouhizadeh et al. (2020) identify barriers such as technological complexity and regulatory issues that hinder the widespread implementation of blockchain in sustainable supply chains. Despite these challenges, Groschopf et al. (2021) propose that smart contracts can contribute to the economic and social development of supply chains, suggesting a pathway for overcoming these barriers. Recent studies, such as those by Alqarni et al. (2023) and Bottoni et al. (2020), reinforce the notion that blockchain and smart contracts enhance transparency, traceability, and collaboration within supply chains. These findings collectively underscore the potential of blockchain technology and smart contracts to revolutionize supply chain management by improving efficiency, trust, and accountability, while also highlighting the need for addressing existing barriers to adoption.

5. Conclusion

The substantial benefits of using smart contracts in supply chain management have been emphasized by this study, especially in terms of improving operational effectiveness and transparency. According to the research, companies that use smart contracts can increase operational efficiency by up to 30% and decrease contract fulfillment conflicts by 50%. These results highlight how smart contracts, which automate transactions and offer real-time operational visibility, have the potential to revolutionize conventional supply chain procedures. Additionally, the need for businesses to adopt cutting-edge technologies like smart contracts is highlighted by the growing consumer need for transparency, which is demonstrated by the 62% of consumers who prefer organizations that exhibit responsibility. A number of suggestions can be made to help supply chain management successfully implement smart contracts. First and foremost, companies want to fund training and development initiatives to give their employees the know-how to comprehend and successfully apply blockchain technology. In order to ensure interoperability across various platforms and systems, stakeholders must also work together to create standardized frameworks and protocols that regulate the use of smart contracts. This cooperative strategy can assist in reducing possible integration and scaling issues. Since the current literature frequently ignores these important factors, future research should concentrate on examining the organizational requirements and sustainability consequences of smart

contracts. It would also be beneficial to look at how the deployment of smart contracts affects supply chain resilience and adaptability over the long run. Furthermore, empirical research looking at how smart contracts are really used in different industries may confirm their efficacy and reveal implementation best practices. Future studies can advance a more thorough comprehension of the function of smart contracts in contemporary supply chain management by tackling these topics.

References

Abeyratne, S. A., & Monfared, R. P. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology, 5*(9), 1-10.

Aditya, K., Chakraborty, S., Dahire, A., & Milanova, M. (2024). Integrating Blockchain , IoT , and AI in Supply Chain Management. In *Springer Nature* (Issue September, pp. 237–264). https://doi.org/10.1007/979-8-8688-0315-4

Ahmed, A. A., Abdullahi, A. U., Gital, A. Y., & Dutse, A. Y. (2024). Application of Artificial Intelligence in Supply Chain Management: A Review on Strengths and Weaknesses of Predictive Modeling Techniques. *Scientific Journal of Engineering, and Technology*, *1*(2), 1–18. https://doi.org/https://doi.org/10.69739/sjet.v1i2.131

Alqarni, M. A., Alkatheiri, M. S., Chauhdary, S. H., & Saleem, S. (2023). Use of Blockchain-Based Smart Contracts in Logistics and Supply Chains. *Electronics, 12*(6), 1340.

Badi, S., Ochieng, E., Nasaj, M., & Papadaki, M. (2020). Technological , organisational and environmental determinants of smart contracts adoption : UK construction sector viewpoint. *Construction Management and Economics*, *0*(0), 1–19. https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1819549

Bottoni, P., Gessa, N., Massa, G., Pareschi, R., & Selim, H. (2020). Intelligent Smart Contracts for Innovative Supply Chain Management. *Frontiers in Blockchain, 3*, 535787.

Brown, T. (2024). The impact of blockchain on supply chain relationships. *Journal of Supply Chain Management*, 60(1), 45-60.

Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., & Giaffreda, R. (2018). Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. *Proceedings of the 2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IOT Tuscany)*, 2018.

Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics, 36*, 55-81.

Chen, Y., Xu, Y., & Zhang, H. (2020). The role of smart contracts in supply chain management: A review and future research directions. *International Journal of Production Research*, 58(19), 5832-5844. https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1746805

Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson Education.

Deloitte. (2023). *2023 Global blockchain survey: The future of blockchain in supply chains*. Deloitte Insights.

Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain practices, potentials, and perspectives in greening supply chains. *Sustainability,* 10(10), 3652.

Dubey, R., Bryde, D. J., & Fynes, B. (2019). Big data analytics and organizational culture as complements to Swift Trust and collaborative performance in the Humanitarian Supply Chain. *International Journal of Production Economics*, 210, 120-130. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.008

Dutta, P., Choi, T. M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142, 102067. https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067

Francisco, K., & Swanson, D. (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency. *Logistics, 2*(1), 2.

Groschopf, W., Dobrovnik, M., & Herneth, C. (2021). Smart Contracts for Sustainable Supply Chain

Management: Conceptual Frameworks for Supply Chain Maturity Evaluation and Smart Contract Sustainability Assessment. *Frontiers in Blockchain, 4*, 506436.

Huang, H., Ye, P., Hu, M., & Wu, J. (2022). A multi-point collaborative DDoS defense mechanism for IIoT environment. *Digital Communications and Networks*. https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.04.008

Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Goh, M. (2020). Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *International Journal of Production Economics*, 220, 107511. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.024

Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology, 91*, 640-652.

Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. (2017). Digital supply chain transformation toward blockchain integration. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2017.

Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2020). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics, 231*, 107831.

Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management, 39*, 80-89.

Mahadevan, P., Navaneethakrishnan, S. R., Arya, A., & Jakhar, R. (2024). Blockchain and AI for Engineering Supply Chain Optimization and Transparency. *Acta Scientiae*, *07*(1), 691–705. https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6389

Mohsen, B. M. (2023). Developments of Digital Technologies Related to Supply Chain Management. *Procedia Computer Science*, *220*, 788–795. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.03.105

Müller, A., Jaeger, B., & Nistor, R. (2022). Blockchain-based smart contracts in supply chain management: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 164, 107879. https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.107879

Pal, K., & Yasar, A. (2020). Internet of Things and Blockchain Technology in Apparel Manufacturing Supply Chain Data Management Internet of Things and Blockchain Technology in Apparel Manufacturing Supply Chain Data Yasar. *Procedia Computer Science*, *170*(2020), 450–457. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.088

Prokofieva, M., Miah, S. J., Agbo, C., Mahmoud, Q., Eklund, J., McGhin, T., Choo, K. K. R., Liu, C. Z., He, D., Pirtle, C., & Ehrenfeld, J. (2019). Blockchain Technology in Healthcare: A Systematic Review. *Australasian Journal of Information Systems*, *135*(2), 1–3. https://doi.org/10.3127/ajis.v23i0.2203

Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2019). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(2), 241-254. https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143

Rejeb, A., Keogh, J. G., & Treiblmaier, H. (2019). Leveraging the Internet of Things and blockchain technology in supply chain management. *Future Internet*, 11(7), 161. https://doi.org/10.3390/fi11070161

Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research, 57*(7), 2117-2135.

Sacala, I. S., Moisescu, M. A., Repta, D., & Marcu, I. (2022). Blockchain-based smart contracts for supply chain management: A systematic review. *Computers in Industry*, 143, 103755. https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103755

Seifermann, S., Murti, I. H., & Oberle, J. (2023). Tracking and tracing in manufacturing supply chains using blockchain technology. *Procedia CIRP*, *115*(March), 172–177. https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.10.069

Sengupta, J., Ruj, S., & Bit, S. Das. (2019). A comprehensive survey on attacks, security issues and blockchain solutions for IoT and IIoT. *Journal of Network and Computer Applications*, 102481. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.102481

Sharma, R., Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Kumar, V., & Kumar, A. (2020). A systematic literature review on machine learning applications for sustainable agriculture supply chain performance.

Computers & Operations Research, 119, 104926. https://doi.org/10.1016/j.cor.2020.104926

Smith, J., & Johnson, L. (2022). Reducing disputes in supply chain management through blockchain technology. *International Journal of Logistics Management,* 33(2), 123-140.

Tian, F. (2017). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. *Proceedings of the 14th International Conference on Services Systems and Services Management (ICSSSM)*, 2017.

Toyoda, K., Mathiopoulos, P. T., Zhang, J., & Akashi, O. (2017). A novel blockchain-based product ownership management system (POMS) for anti-counterfeits in the post supply chain. *IEEE Access, 5*, 17465-17477.

Wang, Y., Kung, L. A., & Byrd, T. A. (2019). Big data in healthcare: A systematic literature review. *Journal of Computer Information Systems*, 54(3), 15-25. https://doi.org/10.1080/08874417.2017.1340002

Wang, Y., Singgih, M. L., Wang, J., & Rit, M. (2019). Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains?*International Journal of Production Economics, 211*, 221-236.

Wei, A., Lee, L., Toyoda, K., Yeow, I., & Yeo, Z. (2023). Blockchain-enabled carbon emission management system in a multi-tier supply chain. *Procedia CIRP*, *116*, 233–238. https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.02.040.

World Economic Forum. (2020). *COVID-19: The great reset*. https://www.weforum.org/reports/the-great-reset

World Economic Forum. (2020). The impact of COVID-19 on global supply chains. Retrieved from https://www.weforum.org/reports/the-impact-of-covid-19-on-global-supply-chains

Xu, X., Weber, I., & Yu, X. (2019). A survey on blockchain technology and its applications in supply chain management. *Computers in Industry*, 105, 212-223. https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.09.006.

Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H., & Boshkoska, B. M. (2019). Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry*, 109, 83-99. https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Wang, H., & Yang, J. (2018). Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *International Journal of Production Economics*, 220, 107511. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.024.

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2018). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. *In 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)* (pp. 557-564). IEEE

MANAGING ACNE INDUCED POST INFLAMMATORY HYPERPIGMENTATION BY USING DERMOCOSMETICS

M. Abu BAKR
Muhammad ZAİD
Muhammad UMAİR
Irsa QASİM
Ayesha ASGHAR
Dr. Mah Ru Nisa ATİF
Dr. Nabiha IQBAL
Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan

Abstract:

Post-inflammatory hyperpigmentation (PIH) is a skin condition where the skin becomes darker after an injury or inflammation. This can happen after things like acne breakouts, skin rashes, infections, or even some medical procedures. Our survey based research carried out on population n=400. We totally got 400 response out of which approximately 37.5% participants were married and 62.5% were unmarried. Out of 400 respondents, 150 respondents are married and 250 respondents are unmarried that have hyperpigmentation issue. Mean of married respondents is 195.60 and mean of unmarried respondents is 210.50 indicating that there are visible more cases of post inflammatory hyperpigmentation in unmarried women than married women. Statistical analysis using ANOVA revealed a main effect, P=0.02 , suggesting that there are significant differences among the group. Age of respondents had the highest mean (26.5 years), reflecting the average age of participants. Willingness to invest in PIH management indicated the significant interest with a mean value of 3.6. Other notable averages include sunscreen usage frequency (3.5) and effectiveness of skincare routine (3.2). Frequency of acne breakouts shows a slightly higher mean rank for unmarried women, suggesting that unmarried women might perceive acne as a more significant factor in managing PIH.

Use of dermocosmetic products is also ranked slightly higher among unmarried women, indicating more frequent use or importance of these products in managing PIH for them. Sunscreen usage frequency and effectiveness of skincare routine are ranked similarly between married and unmarried women, showing that both groups value sunscreen and skincare routine effectiveness similarly. This study sought to determine the risk factors, clinical presentation, and treatment outcomes of PIH in this patient population, specifically focusing on acne-induced PIH. When it comes to managing acne-induced PIH, dermocosmetics play a crucial role.

Keywords: Dermocosmetics, acne induced hyperpigmentation, skin care

STRETEGIES FOR THE PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF ENZYMES FOR THE LOCAL INDUSTRY OF PAKISTAN

Prof. Dr. Muhammad TAYYAB
Institute of Biochemistry and Biotechnology, University of Veterinary and Animal Sciences, Lahore, Pakistan

Abstract

Poultry sector is one of the major established industries of Pakistan that is committed to provide valuable meat to our community. Phytases, cellulases, xylanases and proteases are the main enzymes being added in the poultry feed. The addition of these enzymes is important because their addition in feed put a positive impact on the growth of poultry bird. Phytases are responsible for the availability of free phosphorus while the xylanases and cellulases are responsible for the availability of monomeric absorbable sugars for the growth of bird whereas proteases also involve for the improvement of digestion of proteins. In the absence of these enzymes the phytate, cellulose and xylan are not being digested by the poultry bird and these components of feed simply pass through the digestive track and are removed from the body with manure and contribute in environmental pollution.

Fermentation technology and recombinant DNA technology are the strategies which are commonly being used for the production industrially important enzymes. Selection of technology is important depending upon the situation. In the current study the phytase, cellulase and xylanase genes from hyper-thermophilic bacterium were amplified by using the PCR and ligated into the cloning vector pTZ57R/T. These vectors were transferred in the *E.coli DH5α* cells. The expression of phytase, cellulase and xylanase genes were analyzed in *E.coli* BL21CodonPlus cells with the help of pET expression system. Recombinant proteins were purified through different chromatographic techniques and their molecular masses were determined through SDS-PAGE. Recombinant proteins were characterized. The locally produced recombinant enzymes were utilized for supplementation of poultry feed to examine their effect on the growth of poultry birds. The supplementation of poultry feed with locally produced enzymes showed significant growth enhancing effect on poultry birds and improved the feed uptake and feed conversion ratio.

EXPERIMENTAL STUDY ON PARTIAL REPLACEMENT OF CEMENT WITH FLY ASH AND FINE AGGREGATE WITH ROBOSAND

Subhashish DEY
Department of Civil Engineering, Gudlavalleru Engineering College, Andhra Pradesh, India

Abstract

Generally we use materials which are required for conventional concrete and addition to those we replace the low cost as well as light weight materials such as Fly-Ash. In this project we replace the cement to the fly ash and fine aggregate to the robosand by variable percentages. Fly ash is thebyproduct of the combustion of pulverized coal in electric power generation plants. Fly ash particles are minute solid spheres. Fly ash is collected from the exhaust gases by electrostatic precipitators or bag filters Color generally ranges from dark grey to yellowish tan for fly ash used for concrete. Chemical makeup of fly ash is primarily silicate glass containing silica, alumina, iron,calcium. The perfect substitute for river sand is robosand. River sand is one of the basic ingredients in manufacture of concrete. River sand has become expensive and scarce. The crusher dust is known as Robosand can be used as alternative material to the river sand. Robosand possessessimilar properties as that of river sand, hence accepted as a building material. All replacements were done to the M30 grade of concrete. The cement has been replaced by fly ash accordingly in thepercentage, and fine aggregate has been replaced by robo sand in percentage. Concrete mixtures were produced, tested and compared in terms of compressive strength, tensile strength, flexural strength with conventional concrete. At certain amount of percentage replacement, strength will be nearly equal to the conventional concrete. Due to the scarcity of fine aggregate and high cost of cement partial replacement of material has been take place. In this study compressive strength, tensile strength and flexural strength are evaluated. In this project we replace the Fly-Ash to the cement for obtaining the optimum value. Optimum value is taken as the 25% of fly ash. Now keeping the fly ash percentage constant and partial replacement of fine aggregate by robosand with increasing percentage has been take place. The test on concrete cubes is compressive test, on cylinders is tensile test and on beams is flexure test. The curing of cubes, cylinders and beams is 7days, 28 days and 90 days.

Key words: Fly ash, Robo sand, Concrete, Fine aggregate, Coarse aggregate and strength

EFFECTS OF AUGMENTED REALITY (AR) APPLICATIONS ON STUDENTS' LEARNING: EDUCATOR'S PERSPECTIVE

Moses Adeolu AGOI
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria
ORCID ID: 0000-0002-8910-2876
Oluwakemi Racheal OSHINOWO
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.
ORCID ID: 0000-0003-0568-6446
Samuel Olayiwola AJAGA
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.
Oluwanifemi Opeyemi AGOI
Obafemi Awolowo University, Osun Nigeria.

Abstract

Augmented Reality (AR) applications are growingly being incorporated into life-long learning, often to help students to have better understanding of complicated subjects. The technology behind AR combines virtual data with real world data to provide users with access to rich and meaningful multimedia contents that are contextually relevant and can easily be acted upon. Studies have shown that the effects on the collaborative experience of AR applications are positive (Gomez 2003; Alhumaidan et al. 2018). Despite the huge amount of research works and positive outcomes reported of AR applications in education, the use of AR is still not yet considered in all academic spheres. This paper examines AR applications and its' effects on students' learning. In order to enhance the discussion on the paper, online Google form questionnaire instrument was used to collect relevant data from respondents. The responses gathered were subjected to reliability analysis. The paper concludes that AR-based applications can enhance learning process, learning motivation and effectiveness in the education industry with the available use of mobile technologies such as handheld devices, personal digital assistants and tablet computers supporting the visualization of AR content.

Keyword: Augmented Reality, AR Applications, Students' Learning, Educators' Perspective.

INTRODUCTION



In recent years, the incorporation of the innovative technology of Augmented Reality (AR) applications into educational settings is on the increase. AR is dramatically shifting the traditional learning methods, making students more active during learning process. AR applications create conducive interactive learning environment, often to help students to have better understanding of complicated subjects. These evoking technologies combine virtual data with real world data to provide users with access to rich and meaningful multimedia content that is contextually relevant and can easily be acted upon. The use of AR applications allows students to freely navigate through virtual environment, interact with selected virtual objects, and interpret the phenomenon from different perspectives. AR applications facilitate students' learning and have successfully been used to improve spatial abilities of learners. Overall, AR applications create meaningful learning environment where students are able to grasp complex concepts, and acquire knowledge through observation, participation and imitation.

RELATED LITERATURE

The incorporation of Augmented Reality (AR) applications into various spheres of life is rapidly changing human society with clear effects on classroom and school settings. AR is one of the technologies that have been vastly analyzed in the contexts of teaching and learning (Muñoz 2017; Weerasinghe et al. 2019). AR is a three-dimensional computer-generated graphics that create a bridge between virtual and real environments (Diegmann et al., 2015). AR supports an individual to perceive and understand the real world by the surroundings that is created by the objects in virtual environment (Leung & Blauw, 2020). Squire & Jan (2007) explained that AR applications can help students to develop important literacy and practice that cannot experienced in other technology-enhanced learning environments. The research study of Santos et al. (2013) revealed the numerous advantages of AR applications in life-long learning. Martín-Gutiérrez et al. (2010) emphasized on how AR contribute towards improving students' spatial abilities. Cheng (2017) outlined AR's positive impacts on motivation and cognitive load. The work of Alhumaidan et al. (2018) enumerated the positive effects of AR on collaborative experience. Wu et al. (2013) noted that regardless of all the huge number of studies and reports of the positive effects of AR

applications on students' learning, researchers maintain that AR applications in education is in an early stage compared to studies of existing technologies in education.

AR- Based Learning Style in Education

Recognizing learning style is of paramount importance to both educators and learners in the field of education. According to Shaw (2012), when students understand their learning style preferences, it helps them to strengthen their knowledge acquisition capabilities and positively reinforce their academic performance. Discovering the unique learning styles of students will go a long way to enhance their learning efficiency (Beaudry & Klavas, 2002). Students' academic achievement will therefore increase alongside with the mastery of their learning style. AR applications are recognized as the technologies having immense potential for learning science based subjects (Bujak et al., 2013; Wu et al., 2013). So many studies, including Cuendet et al. (2013) inferred that AR visualization features have been used successfully to improve spatial abilities in science, although the incorporation of AR applications in school is gradually still being adopted to support traditional learning materials.

AR-Based applications in Different levels of Education



Augmented Reality (AR) applications offer various benefits across different levels of education, ranging from virtual field trips to interactive science lessons and immersive learning experiences. According to Danaei et al. (2020) AR-based applications are useable in the education sector as they have potentials which can be used for learning purpose and are accessible as technological tools. AR applications can be used to enhance engagement, visualize complex concepts, and facilitate collaborative learning. Under listed are AR-based applications across different levels of education. Viz:-

AR in Early Childhood Education



- **Interactive Storytelling:**

  Stories look so real when using AR applications, allowing children to interact with objects and characters within their own environment.

- **Sensory Experiences:**

  AR applications can create immersive environments that stimulate different senses, such as trip to space or virtual world.

- **Elementary Science Concepts:**

  AR applications enable users to interact with innovative games and simulations where they can learn basic concepts like colors, shapes, plant and animal identification.

AR in Primary and Secondary Education



- **Language Learning:**

  AR applications have interactive language learning facilities that allow students to practice pronunciation, grammar and vocabulary in an engaging way.

- **Interactive Science Experiments:**

  AR applications can be used by students to conduct virtual experiments, explore scientific concepts, and manipulate variables in a safe and controlled environment.

- **Visualization and 3D Modeling:**

AR applications enable students to visualize complex 3D structures, such as molecules or human physics, in the most insightful manner.

AR in Higher Education



- **Engineering and Design:**

  AR applications can help engineering students to visualize complex experiment and designs, carrying out virtual simulations with different materials.

- **Virtual Surgery and Anatomy:**

  AR applications enable medical students to carry out virtual surgery experiments and explore human biological systems in detail.

- **Historical and Cultural Studies:**

  AR applications allow students to explore historical sites, delving into different historical periods and learning about cultural artifacts.

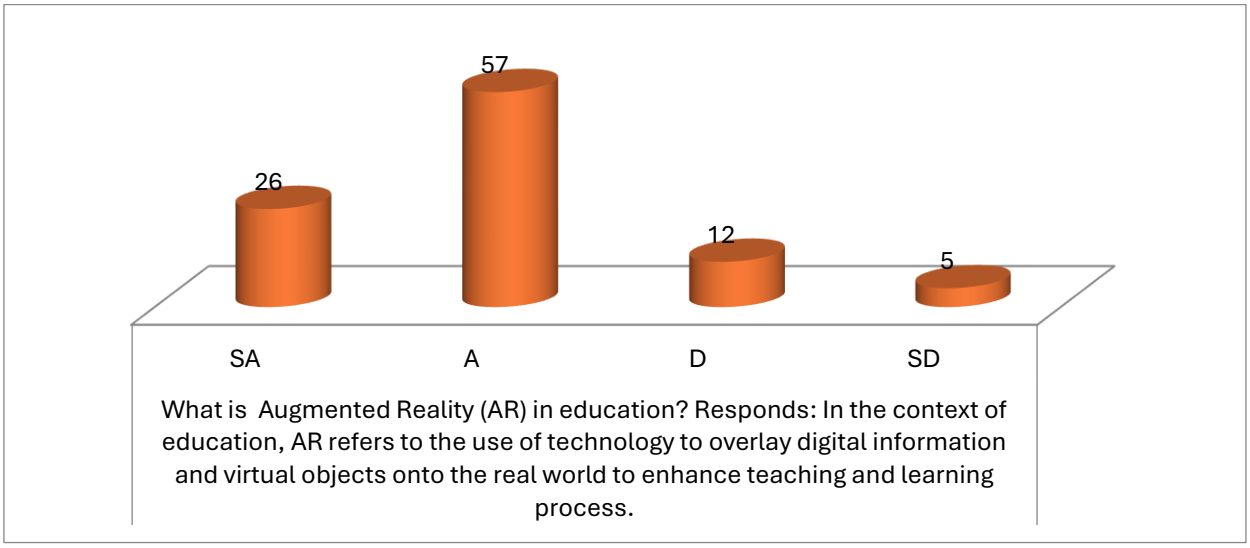
Harris et al. (2016) suggest that AR-based environment should be created under the supervision of teachers, in order to eliminate the danger posed on students by AR applications at the different levels of education.

MATERIALS AND METHODS

This paper adopted a mixed-methods survey approach, consisting of both quantitative and qualitative data collection. The researcher measures students' attitudes and perception regarding AR applications, observes the students' engagement with AR applications. The researcher gathered some vital insights from students and teachers about their experiences with AR using online Google form questionnaire instrument. The responses obtained were collated and subjected to Cronbach's alpha reliability analysis. The result of 0.832 gave a good reliability index of the instrument. The entire exercise took place within the space of twenty-eight days before completion.

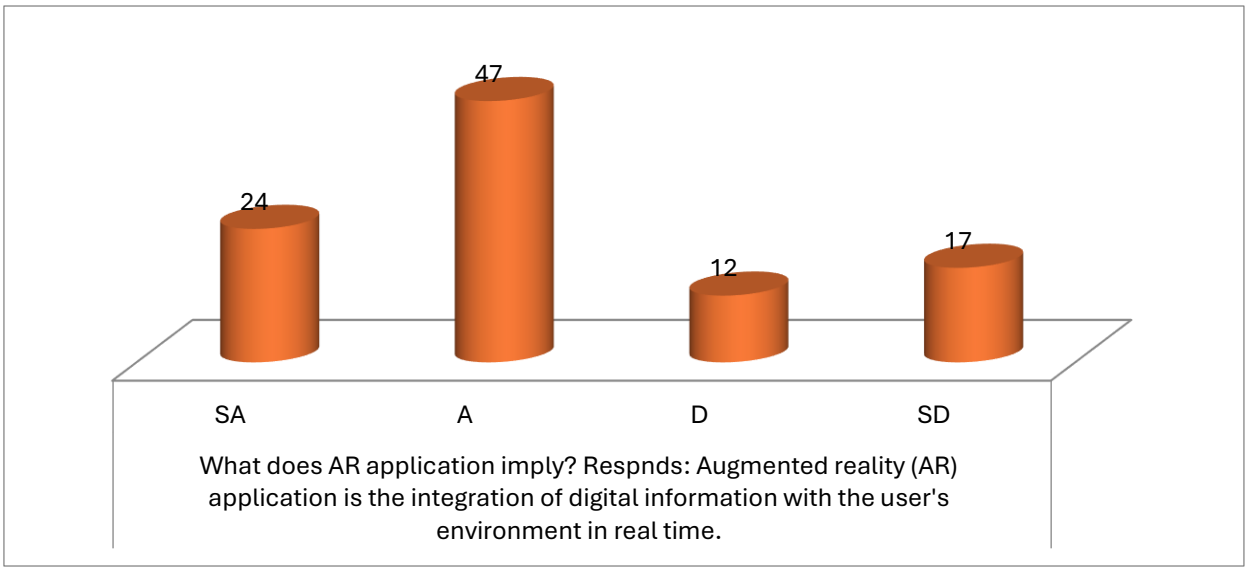
RESULT AND DISCUSSION

Fig.1: Chat Analysis



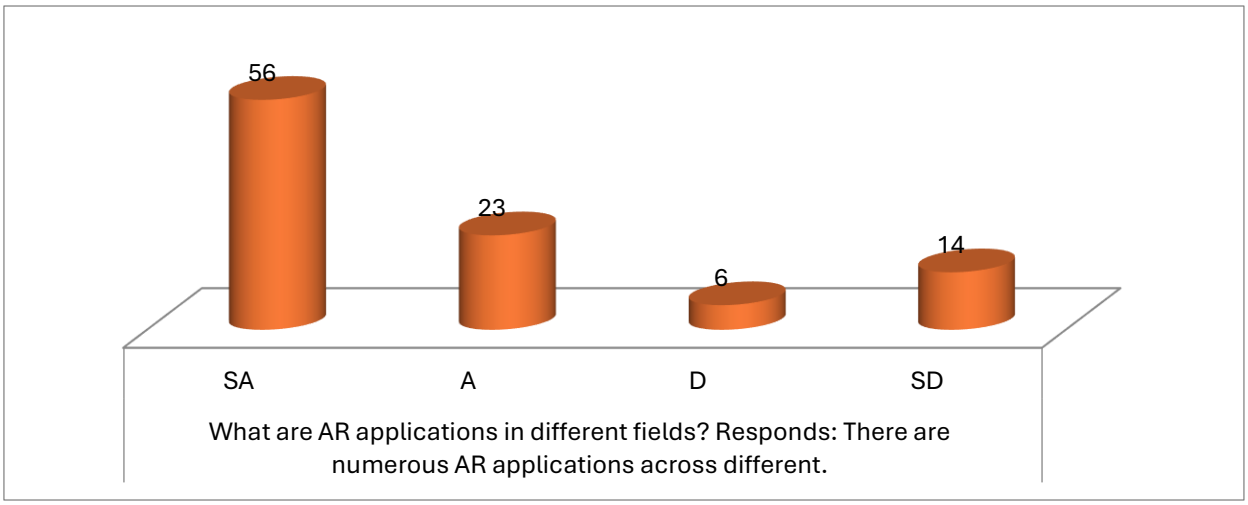
The table plotted in Fig. 1 illustrates that a larger number of the respondents are educated and aware about the evoking technologies of Augmented Reality (AR). In response to the question asked on what is Augmented Reality, the respondents explained. According to the respondents, in the context of education, Augmented Reality (AR) refers to the use of technology to overlay digital information and virtual objects onto the real world, enhancing learning and understanding through immersive and interactive experiences. The respondents further said that AR makes complex concepts more tangible and engaging by allowing students to visualize, experiment with, and interact with virtual models in their physical environment. The respondents also added that the use of AR technology fosters interactive learning by enabling learners and students to engage with digital enhancements on real physical objects.

Analysis chart 2



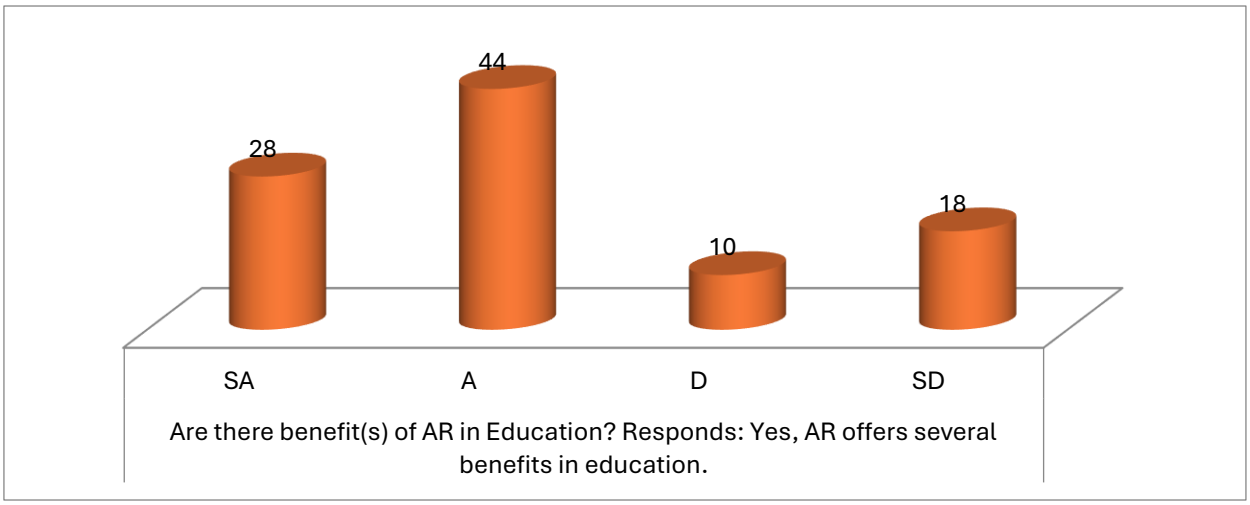
The table plotted in Fig. 2 depicts that most of the respondents agreed with the statement that Augmented Reality (AR) application is the integration of digital information with the user's environment in real time. According to the respondents, AR users experience a real-world environment with generated perceptual information overlaid on top of it. Augmented reality (AR) enhances real world objects with computer-generated digital elements. It overlays digital content like text, images or 3D objects onto users' view of the real world, creating an interactive and immersive experience. The technology delivers visual elements, sound and other sensory information to users through a smart. This information is overlaid onto the device to create an immersive and interwoven experience where digital information alters users' perception of the real world.

Analysis chart 3



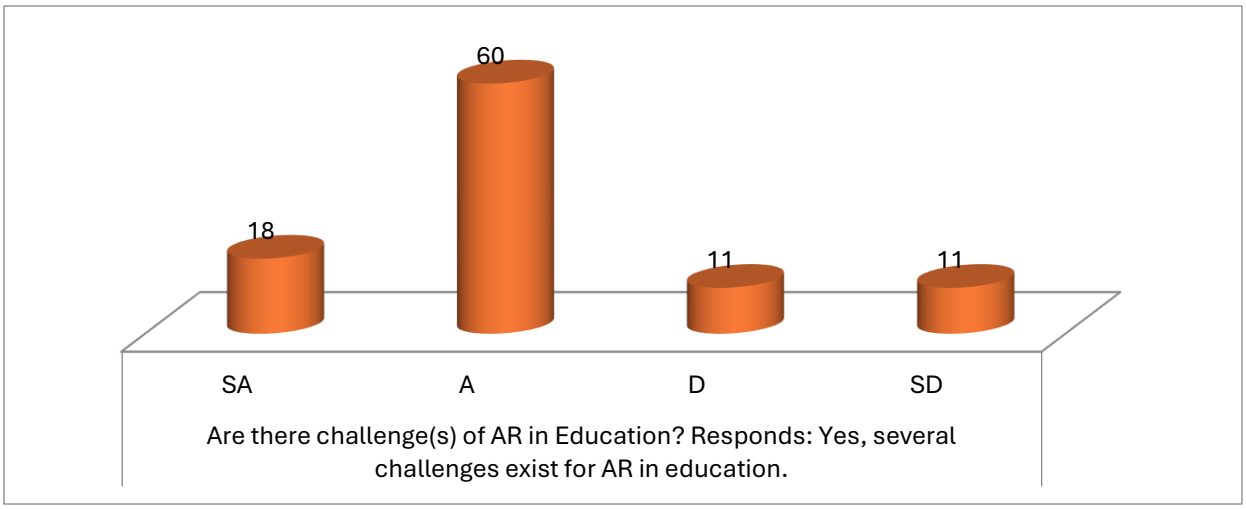
The table plotted in Fig. 3 shows that a very high amount of respondents affirm that Augmented Reality (AR) applications span a wide range of fields, offering enhanced experiences by overlaying digital information onto the real world. According to the respondents, Augmented Reality (AR) applications are used across different educational levels, from early childhood to primary/ secondary education, unto higher education; enhancing learning experiences and making concepts more engaging. Elementary education can use AR to bring storybooks to life, while middle scholars can interact with virtual science lessons. High school students can explore abstract subjects like history with AR, and higher education can utilize AR to visualize complex concepts in greater detail. AR can also be adapted for language learning, special education, and professional training, offering immersive and tailored experiences.

Analysis chart 4



The table plotted in Fig. 4, indicates that a greater number of respondents enumerated the benefits of AR in education. According to the respondents, Augmented Reality (AR) offers several benefits in education, including increased student engagement, enhanced learning experiences and improved knowledge retention. The respondents added that AR can make learning more interactive and accessible, especially for subjects like science and geometry. The respondents also stated that AR fosters creativity and collaboration by allowing students to create and share virtual content. The respondents emphasized that the interactive nature of AR promotes the development of essential skills such as problem-solving, critical thinking, and creativity. Finally, the respondents mentioned that AR is not limited to a single age group or level of education; it can equally be used in all levels of schooling; from pre-school education up to college, or even at work.

Analysis chart 5



The table plotted in Fig. 5 suggests that the incorporation of AR into education comes with a number of huddles. According to the respondents, several challenges exist for AR in education, including the potential for AR to be distracting or cause cognitive overload, high costs of development, and the need for specialized hardware. In Addition, the respondents mentioned that schools may lack the necessary AR applications and infrastructure. More so, teachers and students may require training in AR and its use.

CONCLUSION

This paper discussion indicates that Augmented Reality (AR) applications have positive effects on students' learning, spatial skills and students' involvement in learning activities. The paper affirms that AR applications significantly enhance students' learning process in numerous ways, such as increasing the attention of younger students on subject matters, increasing the level of participation of students in their lessons, making learning process enjoyable, reducing cognitive load and improving students' academic performance. Conclusively, the paper inferred that AR-based applications can enhance learning motivation and effectiveness in learning fields with the available use of mobile technologies such as handheld devices, personal digital assistants and tablet computers supporting the visualization of AR content. While this paper discussed positive effects of AR applications on students' learning, the paper mentioned that there are also potential negative effects of AR applications.

REFERENCE LIST

Alhumaidan, H., Lo, K.P.Y. & Selby, A. (2018) Co-Designing with Children a Collaborative Augmented Reality Book Based on a Primary School Textbook. Int J Child-Comput Interact. Vol. 15. Pp. 24-36.

Bujak, K. R., Radu, L., Maclntyre, B., Catrambone, R., Zhang, R. & Golubski, G. (2013). A Psychological Perspective on Augmented Reality in Mathematics Classroom. Computers and Education. Vol. 68. Pp. 536-544.

Cheng, K.H. (2017) Reading an Augmented Reality Book: An Exploration of Learners' Cognitive Load, Motivation, and Attitudes. Australas J Educ Technology. Vol. 33(4)

Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S. & Dillenbourg, P. (2013). Designing Augmented Reality for the Classroom. Computer and Education. Vol. 68. Pp.557-569.

Danaei, D., Jamali, H. R., Mansourian, Y., & Rastegarpour, H. (2020). Comparing Reading Comprehension between Children Reading Augmented Reality and Print Story Books. Computer and Education. Pp. 153.

Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., Eynden, S., & Basten, D. (2015). Benefits of Augmented Reality in Educational Environments: A Systematic Literature Review. Vol. 3(6). Pp. 1542-1556.

Leung, S. W., & Blauw, F. F. (2020). An Augmented Reality Approach to Delivering a Connected Digital Forensics Training Experience. In K. J. Kim & H. Y. Kim (Eds.), Information Science and Application. Pp. 353-361. Springer.

Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J.L., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D.C., & Ortega, M. (2010). Design and Validation of an Augmented Book for Spatial Abilities Development in Engineering Students. Comput Graph. Vol. 34(1). Pp. 77-91.

Muñoz, T. (2017) Supporting Technology for Augmented Reality Game-Based Learning (Doctoral Dissertation, Universitat de Girona, Departament d'Arquitectura i Tecnologia de Computadors).

Santos, M.E.C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., Kato, H. (2013) Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation. IEEE Trans Learn Technology. Vol. 7(1). Pp. 38-56.

Shaw, R.S. (2012). A Study of the Relationships among Learning Styles, Participation Types, and Performance in Programming Language Learning Supported by Online Forums. Computers and Education. Vol. 58(1). Pp. 111-120.

Squire, K.D. & Jan, M. (2007). Mad City Mystery: Developing Scientific Argumentation Skills with a Place-Based Augmented Reality Game on Handheld Computers. J Sci Educ Technology. Vol. 16(1). Pp. 5-29.

Wu, H.K., Lee, S.W.Y., Chang, H.Y. & Liang, J.C. (2013) Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. Computer Education. Vol. 62. Pp.41-49.

ISOLATION AND ANTIMICROBIAL RESISTANCE OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS IN SUBCLINICAL BOVINE MASTITIS FROM ALGERIAN DAIRY HERDS

GANAOUI Maroua
GANAOUI Nawel
BOUZID R.
KHELEF D.
ORCID: 0009-0002-8457-0854

Abstract

This study investigated the prevalence and antibiotic resistance patterns of Staphylococcus aureus isolated from subclinical mastitis cases in dairy cows across Souk Ahras, Algeria. A total of 61 milk samples were collected and analyzed using the California Mastitis Test (CMT), with 82% showing positive results. Bacterial isolation on Chapman medium identified S. aureus in 26.2% of samples (16/61), including both pure (6.6%) and mixed infections (19.6%) with other staphylococcal species. Antimicrobial susceptibility testing revealed concerning resistance patterns: complete (100%) resistance to penicillin G, 25% resistance to oxacillin and tetracycline, while all isolates remained susceptible to cefoxitin and ampicillin. The discordance between oxacillin and cefoxitin results suggests potential limitations in phenotypic MRSA detection methods and highlights the need for molecular confirmation. These findings demonstrate significant antimicrobial resistance among mastitis-causing S. aureus isolates in Algerian dairy herds, particularly to β-lactam antibiotics. The results emphasize the urgent need for improved antimicrobial stewardship programs in livestock management, including the implementation of culture-guided treatment protocols and regular resistance surveillance. This study provides critical baseline data for developing regional mastitis control strategies and underscores the importance of monitoring zoonotic pathogen resistance in food-producing animals.

Keywords: Bovine mastitis, Staphylococcus aureus, antimicrobial resistance, dairy cattle, Algeria, zoonotic pathogens.

AUTO BLIND DOCKING AND BINDING POCKET IDENTIFICATION USING CB-DOCK2: A COMPUTATIONAL APPROACH FOR STRUCTURE-BASED DRUG DISCOVERY

MAHNOOR Khalid
School of Biochemistry and Biotechnology, University of the Punjab, Lahore, Pakistan
ORCID: 0009-0003-8035-7746
SIKANDER Ali
Dr. Ikram-ul-Haq Institute of Industrial Biotechnology, Government College University, Lahore, Pakistan

ABSTRACT

Protein-ligand docking is a key methodology of computational drug design, where the prediction of protein-small molecule interactions at the molecular level is done. CB-Dock2, as a blind docking method, presents a computerized and effective technique in docking where prospective binding sites are identified automatically and ligand positions are optimized. Conventional approaches like AutoDock and Dock6 need known binding sites for protein studies to work, constraining their uses for new protein studies. CB-Dock2 overcomes this limitation by automatically recognizing possible binding pockets, and thus it is a useful tool for computational chemists and biotechnologists. The complexity of the disease and the necessity for new drug candidates have motivated the use of computational docking algorithms. The process in CB-Dock2 involves the detection of the pocket, docking simulation, and scoring, which predicts ligand binding interactions with accuracy. In contrast to traditional docking software, CB-Dock2 maximizes efficiency by lowering computational cost and offering more than one binding site prediction. Furthermore, CB-Dock2 automated process is accessible to scientists who lack considerable computational skills, thus making it possible for high-throughput virtual screening campaigns. Future developments for CB-Dock2 may involve refinements in the scoring functions, more extensive coupling with molecular dynamics simulations, and AI-based prediction for improved docking accuracy. With advancing computational tools, CB-Dock2 is also poised to have a more crucial position in current drug discovery processes.

Keywords: Protein-ligand docking, CB-Dock2, blind docking, drug discovery, molecular modeling.

INTRODUCTION

The study of protein-ligand interactions plays a pivotal role in understanding biochemical processes and designing therapeutic compounds, as these interactions govern key biological functions such as enzyme activity, signal transduction, and molecular transport (Morris et al., 2009). Computational docking methods have significantly advanced the field of drug discovery by enabling researchers to predict how small molecules interact with target proteins, thereby accelerating the identification of potential therapeutic candidates (Pagadala et al., 2017). Traditional docking approaches, such as those employed by AutoDock (Trott & Olson, 2010) and other established tools, typically require predefined binding sites. While these methods have been highly effective, they face limitations when dealing with proteins whose binding sites are unknown or not well characterized, restricting their applicability in novel drug discovery scenarios (Ferreira et al., 2015).

To overcome these limitations, CB-Dock2 has emerged as a powerful tool that enhances docking predictions by automatically detecting potential binding pockets on proteins and then performing docking calculations accordingly (Liu et al., 2020). By eliminating the need for predefined binding sites, CB-Dock2 facilitates blind docking, a critical feature that allows researchers to explore unknown binding sites and identify novel drug targets (Gao & Huang, 2021). This capability is particularly advantageous in early-stage drug discovery, where structural information about target proteins may be incomplete or entirely unknown (Wang et al., 2022).

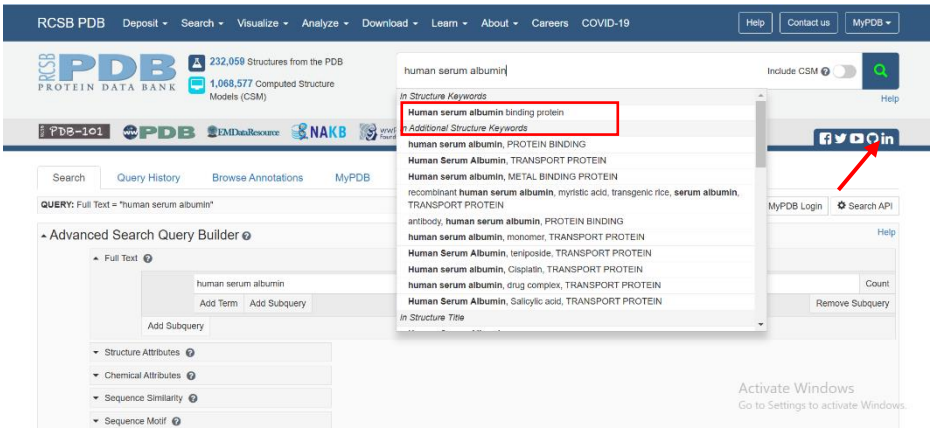
Furthermore, the increasing complexity of diseases, such as cancer, neurodegenerative disorders, and antibiotic-resistant infections, has underscored the need for more sophisticated computational tools to aid in drug discovery (Eberhardt et al., 2021). CB-Dock2 integrates molecular dynamics simulations and machine learning techniques to improve the accuracy and reliability of docking predictions, making it a valuable asset in structure-based drug design (Liu et al., 2020). By incorporating these advanced methodologies, CB-Dock2 not only enhances binding pose predictions but also enables researchers to explore ligand-induced conformational changes, which are essential for understanding the dynamic nature of protein-ligand interactions (Santos-Martins et al., 2021).

This paper aims to provide a comprehensive analysis of CB-Dock2 workflow, its various applications in drug discovery, and potential improvements that could further enhance its utility. Specifically, we will explore how CB-Dock2 compares with other docking tools in terms of

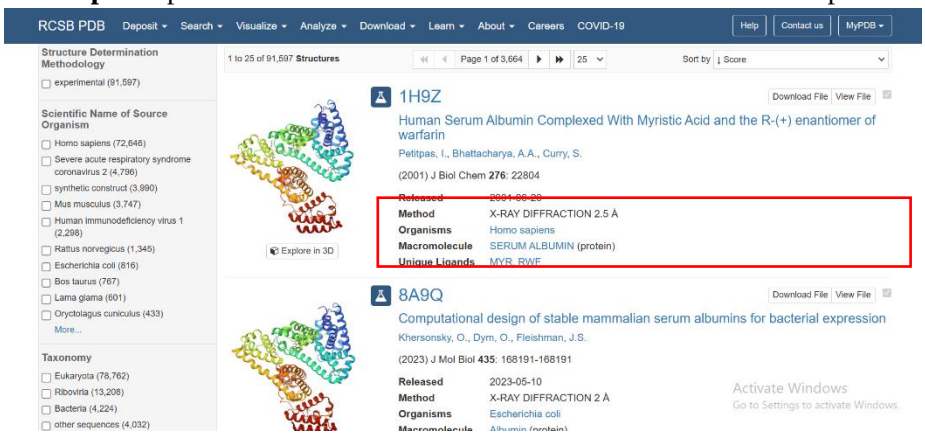
accuracy, speed, and usability. Additionally, we will discuss future directions, such as the integration of deep learning models for improved scoring functions and the incorporation of quantum mechanics-based calculations for more precise binding affinity predictions.

MATERIALS AND METHODS

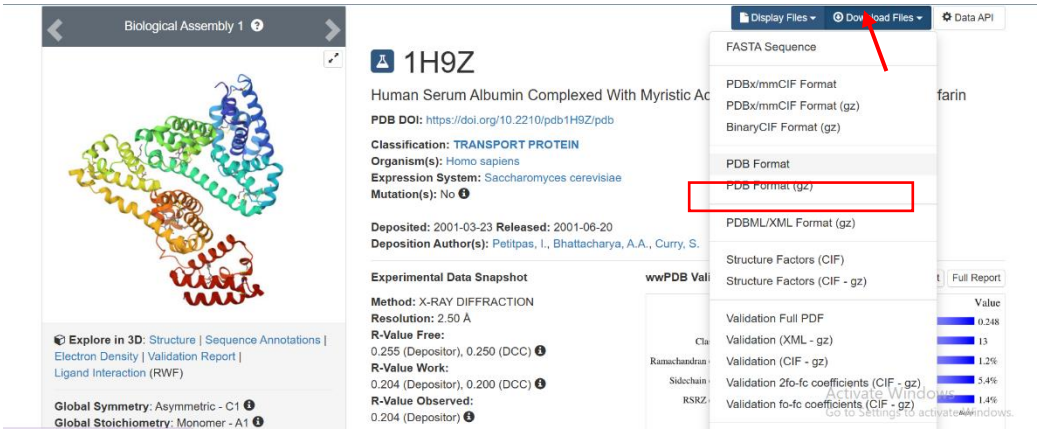
Protein and Ligand Search Protocol



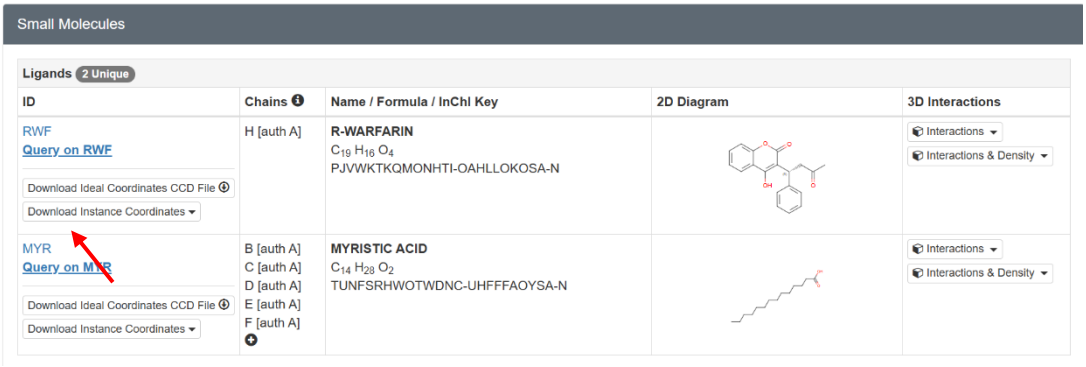
Step 1: Open PDB website and search for Human serum albumin protein.



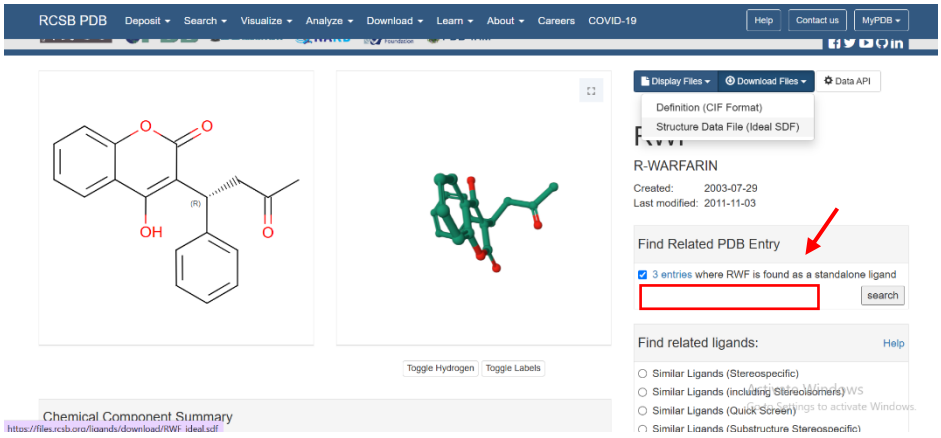
Step 2: Select 1H9Z.



Step 3: Download protein file in PDB format.

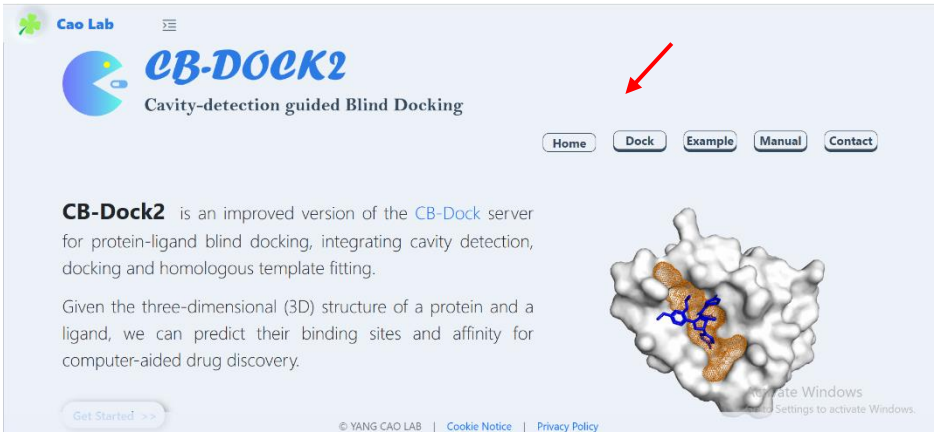


Step 4: Scroll down and search for the desired ligand for the protein.

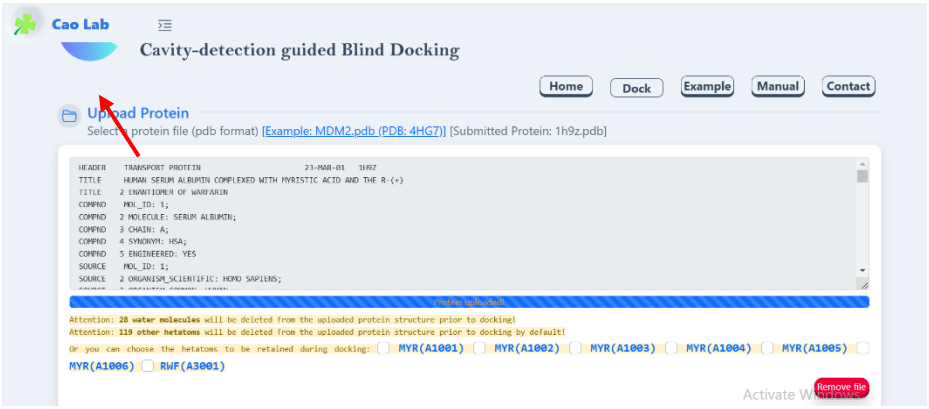


Step 5: Download ligand file in Ideal SDF format.

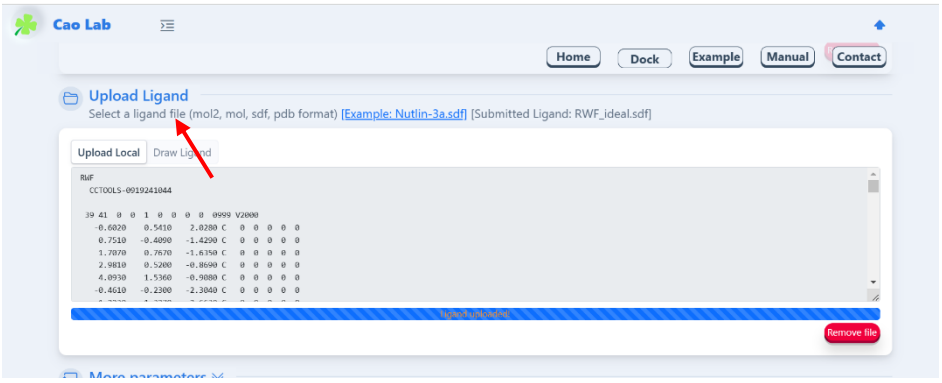
Docking Protocol Using CB-Dock2



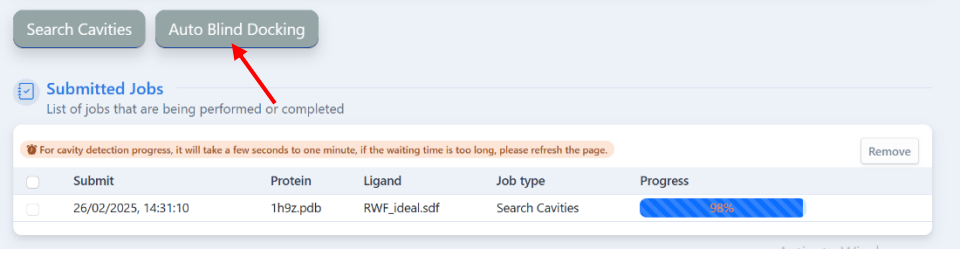
Step 1: Search the CB-Dock2 server (https://cadd.labshare.cn/cb-dock2/) and select the Dock option.



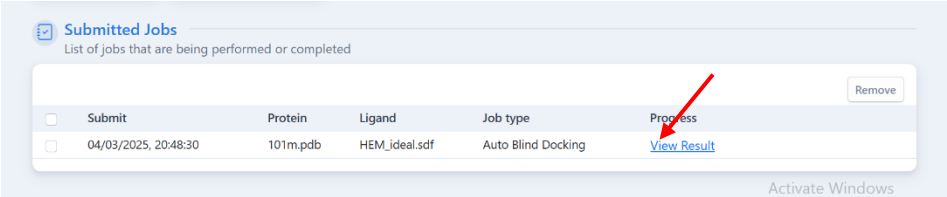
Step 2: Upload the ready protein (PDB format).



Step 3: Upload the ligand file (SDF file).



Step 4: Click on Auto blind docking.



Step 5: View results. CB-Dock2 detects binding pockets automatically with a cavity detection algorithm.

CurPocket ID	Vina score	Cavity volume (Å^3)	Center (x, y, z)	Docking size (x, y, z)
◉ C1	-9.8	838	35, 5, 11	25, 25, 25
○ C2	-6.1	90	32, 11, -11	25, 25, 25
○ C3	-6.1	85	35, 22, 17	25, 25, 25
○ C4	-5.5	66	33, -3, -3	25, 25, 25
◉ C5	-5.2	59	32, 27, -3	25, 25, 25

Step 6: The docked poses are ranked according to their binding affinity (Vina score in kcal/mol). The top-ranked pose is chosen for furthur studies.

RESULTS AND DISCUSSION

The docking results obtained from CB-Dock2 revealed that among the predicted binding pockets, **C1** exhibited the highest binding affinity with a **Vina score of -9.8 kcal/mol.** This indicates a strong interaction between the ligand and the target protein, suggesting that this site is the most likely active binding pocket. In contrast, the other pockets (**C2, C3, C4, and C5**) showed relatively weaker binding affinities, with Vina scores ranging from **-6.1 to -5.2 kcal/mol.** A clear trend was observed between the **cavity volume and binding affinity. C1, the largest cavity (838 Å³), had**

the strongest binding affinity (-9.8 kcal/mol), while **C5, the smallest cavity (59 Å³), had the weakest binding affinity (-5.2 kcal/mol).** This correlation suggests that larger cavities may provide a more favorable environment for ligand accommodation, allowing better interactions with key residues of the protein. Identifying **C1 as the most promising binding pocket** provides crucial insights for further drug optimization. The strong binding affinity suggests that the ligand has a high potential for biological activity, making it a **strong candidate for further in vitro and in vivo validation.** Moreover, this study highlights the utility of CB-Dock2 in streamlining docking simulations for **structure-based drug design (SBDD).**

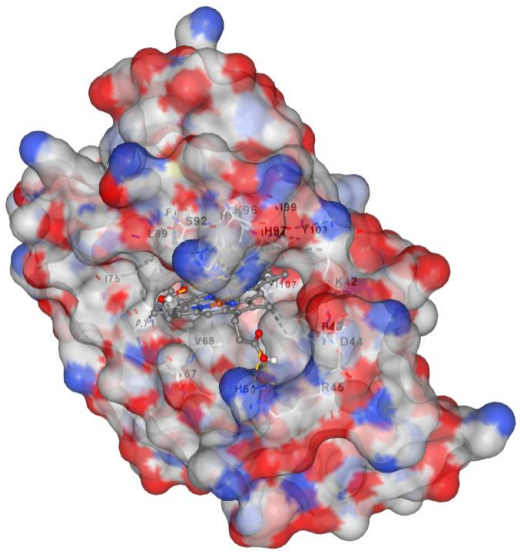


Figure 1: Cur Pocket C1

CONCLUSION

This study successfully employed **CB-Dock2** to identify the most favorable binding site for the selected ligand, demonstrating its potential for **structure-based drug discovery**. Among the predicted binding pockets, **C1 exhibited the strongest binding affinity (-9.8 kcal/mol) and the largest cavity volume (838 Å³)**, highlighting its suitability for ligand accommodation. The correlation between cavity size and binding energy underscores the importance of selecting optimal binding pockets for drug targeting. Overall, the findings provide valuable insights into ligand binding preferences, paving the way for further experimental validation. Future studies could focus on **molecular dynamics simulations** to assess the stability of the docked complexes and explore

modifications to enhance binding affinity. This approach reinforces the **role of computational docking in accelerating the drug discovery pipeline,** enabling efficient identification of potential therapeutic candidates.

REFERENCES

Eberhardt, J., Santos-Martins, D., Tillack, A. F., & Forli, S. (2021). AutoDock Vina 1.2.0: New docking methods, expanded force field, and Python bindings. *Journal of Chemical Information and Modeling, 61*(8), 3891–3898. https://doi.org/10.1021/acs.jcim.1c00203

Ferreira, L. G., Dos Santos, R. N., Oliva, G., & Andricopulo, A. D. (2015). Molecular docking and structure-based drug design strategies. *Molecules, 20*(7), 13384–13421. https://doi.org/10.3390/molecules200713384

Gao, Y., & Huang, D. (2021). Exploring protein–ligand interactions: Recent advances and challenges in computational docking. *Frontiers in Molecular Biosciences, 8*, 637572. https://doi.org/10.3389/fmolb.2021.637572

Jain, A. N. (2003). Surflex: Fully automatic flexible molecular docking using a molecular similarity-based search engine. *Journal of Medicinal Chemistry, 46*(4), 499–511. https://doi.org/10.1021/jm020406h

Liu, Y., Grimm, M., Dai, W. T., Hou, M. C., Xiao, Z. X., & Cao, Y. (2020). CB-Dock: A web server for cavity detection-guided blind docking. *Acta Pharmacologica Sinica, 41*(1), 138–144. https://doi.org/10.1038/s41401-019-0228-6

Morris, G. M., Huey, R., Lindstrom, W., Sanner, M. F., Belew, R. K., Goodsell, D. S., & Olson, A. J. (2009). AutoDock4 and AutoDockTools4: Automated docking with selective receptor flexibility. *Journal of Computational Chemistry, 30*(16), 2785–2791. https://doi.org/10.1002/jcc.21256

Pagadala, N. S., Syed, K., & Tuszynski, J. (2017). Software for molecular docking: A review. *Biophysical Reviews, 9*(2), 91–102. https://doi.org/10.1007/s12551-016-0247-1

Santos-Martins, D., Forli, S., Ramos, M. J., & Olson, A. J. (2021). AutoDock-GPU: Accelerating AutoDock with massively parallel graphics processing units. *Journal of Chemical Theory and Computation, 17*(2), 1060–1073. https://doi.org/10.1021/acs.jctc.0c01104

Trott, O., & Olson, A. J. (2010). AutoDock Vina: Improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *Journal of Computational Chemistry, 31*(2), 455–461. https://doi.org/10.1002/jcc.21334

Wang, Z., Sun, H., Shen, C., & Li, D. (2022). Advances in molecular docking: From classical scoring to deep learning-based methods. *Current Medicinal Chemistry, 29*(5), 734–750. https://doi.org/10.2174/0929867328666211008154916

RHIZOREMEDIATION AND PHYTOREMEDIATION ACTION IN THE BIOREMEDIATION OF

Ugochukwu Dominion EZE
Raymond Oriebe ANYASI
Sylvanus Asiegbu IGWESHI
Department of Environmental Sciences University of South Africa, Florida Campus, Rodepoort-South Africa
Nnamdi Callistus EZE
Faculty of Chemical Engineering Federal Polytechnic, Nekede-Owerri, Nigeria

Abstract

This paper described the biological methods of the cleaning of the environment especially our soil that has been receiving increasing attention especially in the past two decades. Bacteria, plants, and fungi have been the natural detoxification agents for contaminants in the environment. Substantive research in this field of study sparked as a result of the shortcomings of the conventional methods of remediation of POPs including PCBs. Although PCBs and other POPs have continued to be less responsive to various bioremediation strategies, however recent studies have proven that the combination of plants and microorganism in the right proportions and technique, could lead to the detoxification of PCBs in the environment. In this paper, rhizo/phytoremediation carried out synergistically was agued as the most effective biological method for the remediation of PCB contaminated soil. Rhizoremediation and phytoremediation was reported to both play their individual role and has its specific advantages in the remediation of PCBs, but each has certain demerits and could be provided for by the effective utilization of the symbiotic relationship of both plants and microbes. Different methods of PCB remediation was discussed including their merits and demerits, narrowing to the biological remediation. However, the advantages of harnessing rhizoremediation combined with phytoremediation for an effective PCB remediation was elucidated.

Keywords: Bioremediation, Phytoremediation, PCB, Biodegradation, Environmental pollution, **Rhyzodegradation, Dechlorination, Contaminated soil.**

Polychlorinated biphenyls (PCBs) represent a certain number of recalcitrant pollutants in the environment. They differ in number of chlorine substitution attached to the biphenyl nucleus forming the congeners and therefore conforming to their excellent physico-chemical properties (Mackova et al., 2007). PCBs are representatives of a group of compounds known as Persistent Organic Pollutants (POPs). This persistence is as a result of their physico-chemical characteristics.

PCBs compounds are mixtures of aromatic chemicals produced by the chlorination of biphenyls in the presence of suitable catalyst. The chemical formula of PCB can be represented as thus:- $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ (Erickson, 1997),

Where n is the number of chlorine atom within the range of numbers from 1-10. i.e., from monochlorobiphenyl through decachlorobiphenyl. The relative molecular weight of PCBs depends on their degree of chlorination.

1.1 Properties of PCBs

The properties of PCBs bring about the understanding of their analytical, physiological and environmental effects, these properties however vary widely across the class of the compounds. PCBs are characterised by two linked aromatic rings substituted by 1-10 chlorine atoms. There are about 209 of its congeners identified as a function of chlorine numbers and position Erickson, 1997).

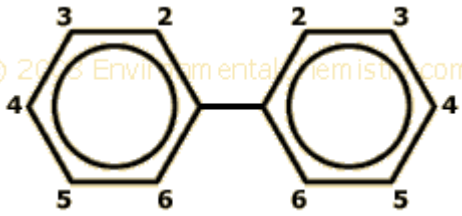
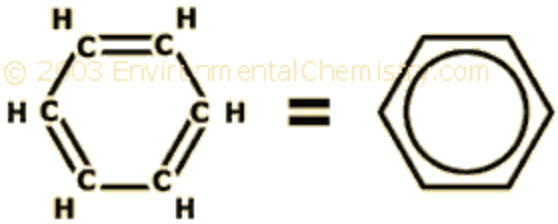


Figure 1. Structural formula of PCB showing the number and location of a Cl groups (Barbalace, 2000)

Most PCB congeners posses colourless and odourless crystals, and the most commercial mixtures are usually viscous liquids; though the highly chlorobiphenyls are more viscous for example Aroclor 1260 which is a sticky resin. PCBs are very insoluble in water and have low vapour pressures, it is however, very soluble in aqueous substances. These properties of the compound tend to change as the number of abounding chlorine substitute changes (Anyasi and Atagana, 2021). The molecular weight of PCBs are usually presented in two forms; based on the atomic of the abundant common isotopes as well as the average atomic weight of the ratios of the ones that abound naturally in their different isotopes. While the initial corresponds to the least mass in the molecular cluster of the spectrum, the other signifies the average molecular weight. The boiling point, melting point, octanol water partition coefficient as well as its bioconcentration factor in aquatics all increases as the number of chlorine atoms abounding in the biphenyl nucleus increases. Evaporation rate on the other hand, at room temperature reduces as the number of chlorine increases (EPA, 1996). The interaction of the physico-chemical properties of PCBs and their

relevance to specific application of the compound could be complex, however many of the references that were cited in this review use their properties to derive bioconcentration ability in the biosphere (Erickson, 1997).



Basic Aromatic structures

Figure 2: Basic Aromatic conformation and PCB congeners (Barbalace, 2000)

Meanwhile, the behaviour of individual PCB congener is much influence by its physic-chemical characteristics; take for instance its volatility, lipophilicity, aqueous solubility, as well as the ability to rotate around the phenyl-phenyl bond (Annema et al., 1995; Andersson, 2000; Anyasi and Atagana, 2022(1)). These properties moreso depend on the degree of chlorination of PCB molecule. Most PCBs are highly mobile colourless and oily liquids through the increasingly darker and more viscous liquids, to the yellow and black resins. The monos-, di-, tri-and tetra-chlorinated PCBs regarded as the lower ones are colourless, oily liquids (Anyasi and Atagana, 2011). The heavy PCBs are honey-like oils. The most highly chlorinated PCBs are waxy and greasy substances. PCBs have a low flash point ranging from 140^0 C to 200^0 C, but most of them have no flash points according to standard tests (Wiegel and Wu, 2000). The vapour of PCB is usually invisible and has a very strong odour; this is one of the characteristic properties of the compound. The partition coefficient and water solubility of PCBs is low, while octanol partition is high as well as its solubility in fats and oil. The solubility in water decreases with increase in the degree of chlorination. This solubility is known to vary among congeners of same number of chlorine atoms (Borja *et al.*, 2005).

1.2 Sources of PCBs

No evidence has supported the natural occurrence of PCBs although they continue to exist in many environmental matrices (Borja et al, 2005). Majority of the PCBs in the environment finds its way during their manufacture, usage as well as during disposal (EPA, 1996). Human activities influence the concentration of PCBs especially close to shorelines and in water (Borja et al., 2005), this could be attributed to human occupation as well as the use of PCB-containing products. The major source

of PCB in surface water is from environmental cycling (i.e. from sediments, air and land). Sediments at the bottom of a water body can act as a reservoir from which PCBs can be released in small amounts to water. PCBs in fish can be hundreds and thousands of times higher than in water because they bioaccumulate in the fish (EPA, 1993a). PCBs are versatile and synthetic chlorinated compounds, though its production was banned years ago, they are still contained in most of the finished products that are used by man. PCB attaches strongly to soil and may remain there for several years as a result of its lipophilicity it is for this reason that environmental cycling is expected in disposal and spill sites. Another possible source of PCB exposure is the workplace, these occurs during the course of maintenance and repair of PCB transformers, accidents, fires and spills (Yang *et al*., 2006). It also occurs during the disposal of PCB-containing materials by breathing contaminated air and by making contact with materials containing PCBs (Borja *et al*., 2006). Old appliances and electrical equipments are also believed to be the primary source of household contamination, since they may contain PCBs. Meanwhile, PCB levels in indoor air are often much higher than outdoor air (Borja *et al*, 2005).

1.2.1 PCB release into the environment- PCBs are largely generated as by-products of other chemical production. Dating from 1929 until 1970s, they were commercially produced as complex mixtures (Erickson, 1997), such production were stopped in some of the producing countries in 1970s because of the harmful effect of the compound. However, production continued in some areas till 1984 (Erickson, 1997). Each country of production of PCBs adopt different methods and name to the compound, for example, In USA, Monsanto Industrial Chemicals Company, produced PCBs as Aroclor; in Germany, Bayer produced as Clophen; Caffaro produced as Phenoclor in Italy; Japan as Pyralene by Kanegafuchi Chemical Company; Kanechlor in France by Prodelec; Fenchlor in Czechoslovakia by Chemko; and Delor in USSR by Sovol. During the period of production especially in the US, about 571,000 metric tons ($1{,}250 \times 10^6$ pounds), were produced and or were used in the United States (Erickson, 1997; Hamlin, 1999). In 1976, the US government banned the manufacture, processing, distribution in commerce and use of PCB under Toxic Substance Control Act (TSCA), and The Reserve Conservation and Recovery Act (RCRA). Exemptions could be granted to individual practitioners for use with optical microscopy and for research and development (EPA 1998u). However, production of PCBs in Europe, USA and Canada ceased years ago as a result of its toxicity and persistence (Pross *et al*., 2000)

1.3 Uses of PCB

PCB are valuable for industrial applications as a result of the following properties in which they posses: chemical inertness, high electrical resistivity and dielectric constancy, thermal stability, non-flammability and low acute toxicity (Hutzinger, 1974). The aforementioned characteristics of PCB instil their usefulness in various industrial applications, these ranges from liquid components of transformers, heat exchangers, capacitors as well as vacuum pumps. PCBS are also found in open systems such as in plasticizers, sealing liquids, water proofing agents, deinking solvents, pesticides and in water retardants (Andersson, 2000; ; Anyasi and Atagana, 2022$_{(2)}$).

1.4 Health and environmental effects of PCBs

The toxicity of PCB varies considerably among congeners. The coplanar PCBs are known as non-*ortho* PCBs because they are not substituted at the ring positions to the other ring, (i.e. PCBs 77, 126, 169 etc.). They tend to have dioxin like properties, and are generally among the most toxic congeners (UNEP Chemicals, 1999). PCB health effects on human ranges from the skin conditions to the acute liver damage as a result of man's exposure to the chemical. Animals that eat PCB contaminated food even for a short period of time surfers liver damage and may die (UNEP Chemicals, 1999). About twenty nine of PCB congeners are of environmental interest when considering its toxicity (Figure 1).

Toxicological problems of PCB which are associated with its co-planar congeners have been studied extensively in vitro and in vivo using animals as well as well as humans that were exposed to the compound through occupation or perhaps incidents for example the Yusho incident of Japan in 1968, the Hudson River incident in the US in 1979, the New Bedford Harbor incident also in the US, in the 1970s, and in the Great Lakes incident of 1988 in Canada (Erickson, 1997). Lethality, toxicity on reproduction, growth inhibition, porphyria, immunotoxicity, induction of enzyme, hepatotoxicity, endocrine effects, neurotoxicity, thymic atrophy, dermal toxicity, carcinogenicity and other biochemical responses have all been implicated in almost all the multiple PCB studies in the laboratory. This laboratory exposure is subject to some questions as a result of the purity of the compound. However, the possibility of other POPs present in the studies, make the assignment of the observed effects to PCBs liable to criticism (Safe, 1992; species (Anyasi and Atagana, 2011). The toxicological effects of PCBs relates directly with their structures. The most important of the congeners is that containing no ortho-chlorine substituents or single ortho chlorine substituents which can assume a co-planar configuration with shapes similar to 2,3,7,8-TCDD (Erickson, 1997).

1.4 PCB regulations

As a result of the adverse health effects caused by PCBs and their persistence in the environment, the Toxic Substances Control Act (TSCA), enacted on October 11, 1976, banned the manufacture of PCBs after 1978 [Section 6(e)]. The first PCB regulations were in the Code of Federal Regulations, promulgated at 40 CFR Part 761, and were finalized on February 17, 1978. These PCB regulations include requirements specifying disposal methods and labelling procedures, and controlling PCB use (Rahuman et al., 2000). PCBs have been assigned a hazardous substance in accordance with the Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA) of 1980 and as a toxic chemical under Section 313 of Title III of the Superfund Amendments and Reauthorization Act (SARA) of 1986. Section 121(b) of this act requires the EPA "conduct an assessment of permanent solutions and alternative technologies or resource recovery technologies." Special emphasis was placed on those technologies which could permanently decrease the level of pollutants. Congress further provided for a "program of research, evaluation, testing, development, and demonstration 7 of alternative or innovative treatment technologies" in section 311(b) of SARA (Timian and Connolly, 1996). PCBs is one of twelve (so called dirty dozen) Persistent Organic Pollutants (POPs) governed by UNEP (United Nations Environmental Program) according to the outcome of the Basel Convention that was held in March 1999 and the treaty that was ratified in Sweden in May 2001, with South Africa being a signatory. CERCLA instituted the National Contingency Plan (NCP) in order to establish a framework for identification and remediation of the nation"s most contaminated and hazardous sites. The national goal of the remedy selection process is to select remedies that are protective of human health and the environment, that maintain protection over time, and that minimize untreated waste (U.S. EPA, 1997). Section 121(d)(2)(A) of CERCLA requires adherence to other Federal and State laws through the identification of and compliance with applicable or relevant and appropriate requirements (ARARs). Overall, the NCP has implemented CERCLA requirements involving the protection of human health and the environment, compliance with ARARs of Federal and State laws, be cost-effective, utilize long-term permanent solutions, have short-term effectiveness, reduce the toxicity, mobility, or volume through treatment, implementable, and attain state and community acceptance (Table 1) (U.S. EPA, 1990; U.S. EPA, 1997).

1.5 Biological PCB transformation

Various literatures have dealt critically with the biological degradation of PCB by plant as well as with microorganisms both referred to as phytoremediation and bioremediation respectively. Although both concepts seem to be synonymous with each other as the former is a component of the later, however, each of the concepts is a technique which can be used independently. While Bioremediation specifically investigates the natural capability by living organisms to degrade toxins, phytoremediation on the other hand entails the use of plants to remediate environmentally toxic compounds (Newman and Reynolds, 2005; Aken et al., 2010). Conventional remediation of PCB-polluted sites requires excavation and transportation of the soil, prior to in situ treatment by solvent extraction, thermal alkaline dechlorination, incineration, or landfilling. These mentioned techniques are bemoaned with a lot of disadvantages culminated to the rise in the search for alternative remediation techniques (Anyasi and Atagana, 2011).

The ability of PCBs to be degraded or be transformed in the environment depends on the degree of chlorination of the biphenyl molecule as well as isomeric substitution pattern. However, the process of putting biochemical capabilities of microorganisms into use has become the technique of interest in the bioremediation of contaminated soil (Semple *et al*., 2001). Microorganism, more so than any other class of organisms, have a unique ability to interact both chemically and physically with a huge range of man-made and naturally occurring compounds leading to a structural change to, or the complete degradation of, the target molecule (Borja *et al*., 2005). Recent improvement on bioremediation technique has increased the existing clean-up processes currently available for the restoration of contaminated sites. It can be done either *in-situ* or *ex-situ*. *In situ* remediation entails the remediation of soil at its point of contamination. This include: bioventing, biosparging, bioslurping and phytoremediation along with in situ physical, chemical and thermal process (Koning *et al.,* 2000). *In situ* remediation is less costly as the cost of excavation and transportation is avoided, it is easily controlled and managed (Idris and Ahmed, 2003). *Ex situ* remediation however, is the situation whereby the contaminated soil is taking to the remediation plant or center to be remediated. They include: land farming, biopiling, *ex situ* thermal, chemical/physical process. A major advantage of *ex situ* technique is the fact that most of the decontaminated soil can be reused (Dobbins, 1995; McEldowney *et al*., 1993; Aken *et al*., 2010; Furukawa *et al*., 1985).

The optimization of bioremediation is dependent on many environmental factors, and the rate of such optimization depends on the environmental condition at which such action was carried out.

These factors are:

(a). the structure of the compound.

(b). the presence of foreign substituent and their position in the molecule.

(c). Solubility of the compound and

(d). Concentration of the pollutants.

Phytoremediation as a technique involves a whole range of processes which acts to remove contaminants from soil using plants. It goes beyond plants uptake of metabolism of chemicals from soil hence includes the whole process as described in Figure 1.

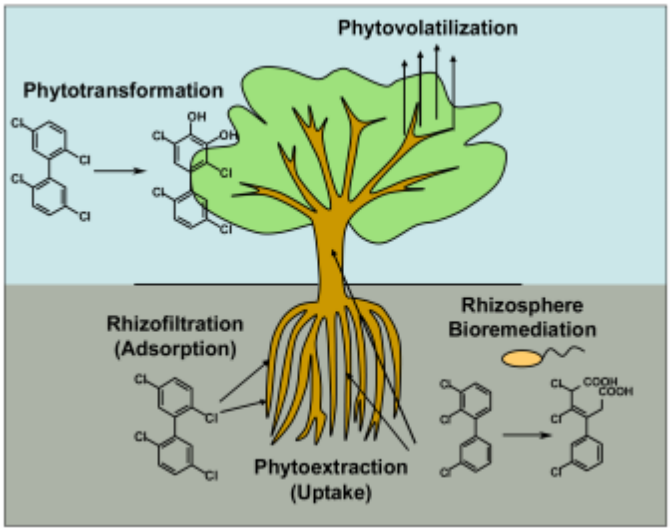


Figure 2: Phytoremediation processes of PCB remediation (Aken et al., 2010)

This ability of PCBs to constantly persist in the atmosphere requires a more environmentally friendly alternative dissipation method having been failed by the conventional methods of incineration. The environmentally friendly alternative mentioned above is bioremediation. Bioremediation involves the use of biological means to destroy, transform or deactivate environmental contaminants as to protecting potential sensitive receptors (ENTACT. www.entact.com/26/03/11). It could also be referred to as any process that uses microorganisms or their enzymes to return the environment altered by contaminants to its original condition (Brazil *et al*., 1995). Bioremediation is sometimes used to attack contaminants like PCBs that are degraded by bacteria. Various forms of bioremediation technique include:

- Land farming
- Bioventing
- Biosparging
- Bioslurping
- Phytoremediation
- In situ/ex situ remediation

This chapter shall elaborate only on those that are within its.

1.6 In situ remediation technique

In situ remediation is a phenomenon used to treat pollutions on site devoid of significant disturbance. It is a biological technique which incorporates the use of either physical extraction, biological activities, chemical modification or other processes to remove, stabilize or degrade pollutants in soil and groundwater (Gogoi and Sarma, 2023). In *in-situ* processes, result is usually accomplished by the introduction of exotic substances into the site.

1.6.1 Bioventing- This bioremediation technique that allows only the treatment of unsaturated soil. It is an *in-situ* remediation technology that uses indigenous microbes to biodegrade organic constituents which were adsorbed to the soil especially in the unsaturated zones (www.sci.ccny.cuny//bioventing). Bioventing is mostly used in the remediation of petroleum products because it induces airflow as a provision of oxygen which promotes the biodegradation of the pollutants. Some factors referred to as site characteristics support the practicability of bioventing technique, they are: -

(a) Intrinsic permeability-this means that there should be enough oxygen supply to the system. The air flow rates also should be in 1 order of magnitude less with corresponding less pressure.

(b) There should be enough microbial presence.

(c) Supply of appreciable sources of energy which depends on whether the microbes and system is heterotrophic, autotrophic, aerobic, anaerobic or facultative.

(d) Optimal soil pH which ranges between 6 and 8, moisture content of 40-60%, soil temperature between 10^{o}C and 45^{o}C, enough nutrient concentration and also the depth to groundwater.

Advantages of bioventing include- the system makes use of readily available equipments which are easy to install, minimal disturbance to its site of operation, short time of treatment, less

expensive, ability to combine with other technologies etc. But this technique is disadvantaged in that it is not effective if the water table is within several feet from the surface, high constituent concentration usually toxic to microbes, requires certain site conditions, and cannot achieve low clean-up standards (Van Deuren et al., 2002).

1.6.2 Biosparging- Biosparging is an in-situ remediation technique which exploits and stimulates the use of indigenous microbes to degrade organic contaminants in soil. This is the injection of atmospheric air into the aquifer to stimulate the activity of microorganisms by increasing oxygen dissolution which by so doing enhances biodegradation of the contaminants present in the soil (www.remedios.uk.com). Biosparging is used in both saturated and unsaturated soil zones hence was designed to augment for the shortcomings of bioventing process meaning that reduction of energy consumption is reduced (Held and Dorr, 2000). The injection of air into the aquifer results in small channels for the air to move to the unsaturated soil zone. Therefore, to form the necessary numerous branches in these channels, the air must be pulsed into this soil. This then result in volatile contaminants being transported to the unsaturated zone. Finally soil vapour extraction is then used to extract the volatile vapours and treat them at the surface. For biosparging to be effective, the sparge point must be below the contamination zone because air always flows upwards (EPA, 1994).

1.6.3 Phytoremediation- Phytoremediation is a recent development in green technology that uses plants to remedy soils, sediments, surface water and ground water, when contaminated with metals, organics and radionuclides (Alkorta and Garbisu, 2001). Phytoremediation is an effective, environmentally friendly, and inexpensive means of remediating soil (Wiltse *et al.*, 1998; Alkorta and Garbisu, 2001; Dietz-Annette and Schnoor, 2001). It is a more cost-effective method than the conventional mechanical and chemical methods of removing hazardous compounds from the soil (Trap and Ulrich, 2001; Bhandry, 2007). Apart from these, phytoremediation is a natural, aesthetically pleasing low-cost technology which is socially accepted by surrounding communities and regulatory agencies as a potentially elegant and beautiful technology (Chekol *et al.*, 2004). Phytoremediation of contaminated soils offers an environmentally friendly, cost effective, and carbon neutral approach for the cleanup of toxic pollutants in the environment. Plants with abilities to hyper accumulate heavy metals, uptake volatile organic compounds, and sequester pollutants have been proposed as a solution to the treatment of toxic contamination *in situ*.

Plant remediates organic pollutants by:

1. Direct uptake of contaminants, their conversion and accumulation of non-phototoxic metabolites;
2. Releasing exudates and enzymes enhancing microbial activity and biochemical transformations (Mackova *et al*., 1997);
3. Enhancement of mineralization in the rhizosphere.

There is suggestion that plant enzymes released into the environment have a significant catalytic effect (Cunningham *et al*., 1997). After screening of freshwater sediments, it was shown that five specific enzymes- dehagenase, nitroreductase, peroxidise, laccase and nitrilase- were of plant origin. Though there has been scarce detailed description of enzymatic reactions leading to the degradation of PCBs in plants. But the metabolic pathways of PCB degradation in microbial cells has been intensively studied; this showed that bacterial degradation occurs via two main routes, highly chlorinated PCB congeners can be dechlorinated under anaerobic conditions to form less chlorinated ones which are more susceptible to aerobic degradation. Lower chlorinated PCBs on the other hand, can be degraded by aerobic bacteria via a well-documented pathway (Abramowicz, 1995) to chlorobenzoates.

1.6.3.1 Direct benefits of phytoremediation. Phytoremediation is an in situ, solar driven technique, which limits environmental disturbance and reduces cost (Smith *et al*., 2007). Moreover it is particularly well suited to the treatment of large areas of surface contamination, especially where other methods may not be cost effective (Schnoor, 1999). In general both public and government regulators look favourably upon phytoremediation because it involves exploiting the natural ability of the environment to restore itself (Cunningham *et al.*, 1997). There has been a wider support from the public on the use of plants for remediation. This was cited at a series of public focus group meetings to gauge public perceptions and awareness of environmental applications of bio-technology especially in Canada (Carrillo-Castaneda *et al*., 2001).

Plant samples can be harvested and used as indicators of the extent of remediation or, conversely contamination. Similarly, a field of plants may serve as a direct, visual bioassay (Shimp et al., 1993). There is also the potential to grow various phytoremediator species together on the same site to simultaneously remediate various contaminants, including salts, metals, pesticides, and petroleum hydrocarbons. Plants help to contain the region of contamination by removing water from soil, thereby keeping the contaminants from spreading or confining them within or near the

root system (Quiping *et al*., 1992). Some wetland plants can transport oxygen to the rhizosphere under conditions that may otherwise limit the amount of oxygen available to soil microorganisms, as in the case in soils and sediments saturated with water or contaminated with oil (Schnoor, *et al*., 1995). For this reason, microbial communities in the rhizosphere may be able to biodegrade wide variety of organic contaminants. Finally, using existing agricultural practice in a contaminated site, application of phytoremediation could be done at ease (Haritash and Kaushik, 2009).

1.6.3.2 Indirect benefit of phytoremediation. Phytoremediation leads to improvement of soil quality by improving soil structure (aggregates and pads), increasing porosity/aggregation and therefore water infiltration, providing nutrients (nitrogen fixing legumes), and accelerating nutrient cycling, and increasing soil organic carbon (Schnoor *et al*., 1995; Cunningham *et al*., 1997). The use of plant in remediation efforts stabilizes the soil, thus preventing erosion and direct human exposure (i.e. inhalation of soil particles carried by the wind (Carrillo-Castaneda *et al*., 2001). Phytoremediation eliminates secondary air-or water- borne waste, example the accumulation of PAHs from the atmosphere (Bock *et al*., 2002). It also has the potential to eliminate green house gas emission because it does not require the use of pumps or motors that give off green house gases and plants used in phytoremediation may serve as sinks for the greenhouse CO_2 (Schnoor *et al.* 1995). Reduction of noise level from industrial sites is achieved because phytoremediation is less noisy than the other reclamation alternative. Another indirect benefit of phytoremediation is that the growths of high hardy plants give room for growth of lower ones also (Germida *et al*., 2002; Frick *et al*., 1999).

1.6.3.3 Limitations of phytoremediation. Petroleum hydrocarbon contamination must occur at shallow depths for phytoremediation to be effective. There is generally decrease in root diversity with depth as most plants do not have high root depths like the trees (Frick *et al*., 1999: Germida *et al*., 2002). Consequently, as depth increases beyond one or two metres, relatively immobile contaminant- those that cannot migrate to the plant roots during water uptake are increasingly unlikely to be affected by phytoremediation. Phytoremediation requires more than annual planting seasons for site clean-up hence slower than *ex-situ* methods (Frick *et al*., 1999; Germida *et al*., 2002). Because it is slow, phytoremediation is not an appropriate solution where the target contaminant presents an immediate danger to human health or the environment. If the contaminant is bound tightly on soil particles or organic matter, it may not be available to plants or microbes for degradation (Olsen *et al*., 2003). Bioremediation is a required option especially where

sediments are contaminated with PCBs (Furukawa and Fujihara, 2008). However, thermal and chemical processes have always been the method used to decontaminated highly polluted sites until bio-technology offered a more economically friendly alternative for diffuse pollution (Furukawa *et al*., 2004). The aim of all thermal, chemical/physical methods of remediation is to change the chemical environment in a way that prevents the transport of toxic substances to other elements of the soil system; examples can be given by the transport of pollution to plants, to ground water, or to soil organisms. Such preventive measures may include decreasing mobility change of chemical constitution or any of the factors on which it has been elaborated by various researchers (Aken *et al*., 2010).

1.7 Phytoremediation of PCBs

PCBs are exotic compounds of note which spreads widely in the environment (Toro *et al.*, 2006). A review of literatures indicates that PCBs are not leachable in soils and that they are readily adsorbed by soil constituents. It appears that lower chlorinated PCBs are less adsorbed and thus slightly mobile in soils. There have also been reports of absorption of PCBs by plants, but in very low amounts as PCBs appears to have some effects on photosynthesis and respiration in plants (Toro *et al*., 2006). As a result, contradictory evidence ensures thus; while some studies report that there is little or no active transport, others showed evidence of an active uptake and translocation. According to Quiping *et al*, (1992), an investigation into the possible effects of PCB congeners in tomato and barley plants, showed a lack of active transport or metabolism of PCBs. From the study, 95% of the injected PCBs were retrieved from stem section within 5cm of point of introduction after 55 days.

Phytoremediation is referred to as the use of plants to dissipate organic compounds like PCB from the soil (Ferro *et al*, 1994). It is an in-situ technique which is most suited for sites where other remediation options are not cost effective, low-level contaminated sites, or in conjunction with other remediation technique. Deep rooted trees, grasses, legumes, and aquatic plants all have application in the phytoremediation field. The aim of this review is to highlight bioremediation technologies with plants and microorganisms that have proven successful in the remediation of PCB. It will then compare the two mechanisms, describing the positive impacts of combining the two processes in the remediation of PCBs

2.0 Rhizo/phytodegradation of PCBs.

The rates of removal of pollutants in bioremediation are usually slower than those that can be achieved by the conventional methods. This is purely shown in remediation by plants in which its growth depends on some environmental factors. Therefore, the need arises for finding ways to enhance the entire scope and rate of bioremediation in order to propel them as a competitive commercial technique (Chaudhry *et al*., 2005). PCBs are hydrophobic hence sorbs strongly to soil particles rendering its biotransformation property. The compounds are poorly taken up by plants tissues, but in the rhizospheres, microbes play a dominant role in their remediation. They have been many reports of recent, showing significant increase in the reduction of PCBs in soil with different plants grown in it compared to unplanted soil (Chaudhry *et al*., 2005; Gerhardt *et al*., 2009).

This section of the chapter reviews the interactions of plants and microorganism in a rhizosphere looking at the effectiveness of remediation of PCB-contaminated soil with microorganism and plants explaining the differences between the two. It will also throw more light in the combination of the two techniques using rhizodegradation technology of microorganisms and phytoremediation of plants (Chojnacka *et al*., 2023).

2.1 Degradation of PCBs by microorganisms

Recalcitrance of PCBs to biodegradation by microbes was as a result of its chemical stability (Furukawa and Fujihara, 2008). Just as higher chlorine constitution increases chemical stability and lowers water solubility; it makes higher chlorinated congeners more resistant to remediation. Metabolism of PCBs is usually unfavourable energetically, thus requiring additional source of carbon to aid its co-metabolism. PCBs are regarded as POPs, however; its degradation by microbes has been well reported (Brazil et al., 1995; Pieper and Seeger, 2008; Borja *et al.,* 2005; Field and Sierra-Alvarez, 2008; Vasilyeva and Strijekova, 2007). There are two known metabolic pathways of microbes in PCB- aerobic and anaerobic, these depends on the degree of chlorination of the congener, the types of microbes involved as well as the redox conditions (Borja *et al*., 2005: In Aken *et al.,* 2010)

2.1.1 Anaerobic PCB-dechlorination. PCB congeners that contain four or more chlorine substituent undergo anaerobic reductive dechlorination (Aken *et al*., 2010). This is an energy yielding process in which PCBs serves as the electron acceptor for the oxidation of organic substrates. Anaerobic bacteria possess characteristics that are suited for high carbon-concentration pollutants because of the limitation in oxygen diffusion in a high concentration system (Borja *et*

al., 2005). A predominant anaerobe environment is conducive for the reductive transformation resulting in the displacement of chlorine by hydrogen (Borja *et al.*, 2005). These compounds that are dechlorinated are however substrates for oxidative attack of the anaerobes. Aerobic bacteria grow faster than anaerobes and can sustain high degradation rate resulting in mineralization of the compound. Theoretically, the biological degradation of PCBs should give carbon dioxide, chlorine, and water. This process involves the removal of chlorine from the biphenyl ring followed by cleavage and oxidation of the resulting compound (Boyle *et al*., 1992).

2.1.2 Aerobic biodegradation of PCB. Sparsely chlorinated PCB congeners which form as a result of dechlorination of the higher congeners are substrates for aerobic bacteria (Komancova *et al.*, 2003) Those PCB congeners undergo cometabolic aerobic oxidation which is mediated by an enzyme deoxygenases, bringing about a ring opening hence completing mineralization of the molecule (Kohler *et al*., 1989; Vasilyeva and Strijakova, 2007; Furukawa and Fijihara, 2008). A lot of bacterial strains are implicated in oxidative degradation of PCBs; among them are *Pseudomonas, Burkholderia, Comamonas, Rhodococcus,* as well as *Bacilus* (Aken *et al*., 2010). Obviously, chlorine numbers per molecule and its placement are important factors in aerobic biodegradation (Furukawa *et al*., 2004). PCB congeners with three or less chlorine atoms per molecule are easily degraded, but ones with more are recalcitrant, therefore requires reductive dechlorination prior to oxidative mineralization (Aken *et al*., 2010). PCB-destruction in the presence of oxygen involves two gene clusters (Borja *et al*., 2005). The first one enables transformation of PCB congeners to chlorobenzoic acid and the second involves degradation of the chlorobenzoic acid. A common growth substrate for PCB –degradating bacteria is biphenyl or monochlorobiphenyls. During utilization of biphenyls, a yellow *meta*-ring cleavage product is formed as observed in most studied bacteria like the *Pseudomonas sp. (*Boyle *et al*., 1992), and *Micrococcus sp*. (Benvinakatti *et al*., 1992)

3.0 Phytoremediation and PCB

The inability of PCBs to be leached in soil has been reviewed by literatures. PCBs are also reported to be readily absorbed by soil sediments (Strek and Weber, 1982). These indicated the difficulty in the removal of PCBs from the soil. It appears that lower chlorinated PCBs are less absorbed and slightly mobile in the soils. Meanwhile, total organic matter content of the soils seems to be a more important than total clay content or total surface area in explaining adsorption of PCBs by soil (Chojnacka *et al*., 2023). There have been various work on the effect of PCBs on plants, the results

of those work indicated that plants absorb PCBs, but in a very slow amount. PCBs therefore appear to have some effects on the photosynthesis and respiration in plants (Strek and Weber., 1982). Reports on the potential of plants for phytoremediation of PCBs started during the late 70s and early 80s. (Aken *et al.*, 2010). From then, a lot of significant advances have been made to elucidate the potentials of plants and microbes for the metabolism of PCBs. Some processes are known to be involved in phytoremediation of PCBs; they are rhizoremediation, phytoextraction and phytotransformation.

3.1 Rhizoremediation

PCBs are hydrophobic, hence possesses high affinity for soil particles. There are therefore taken up into the plants tissues sparingly. However, microorganisms in the rhizosphere play a dominant role in the biodegradation of PCBs (Aken *et al*., 2010). Reports have continued to show significant improvement in the reduction of PCBs in a soil planted with different types of plants as compared with non-planted controls (Campanella *et al*., 2002; Chaudhry *et al*., 2005; Gerhardt *et al*., 2009; Wood *et al*., 2000). The mechanisms by which plants can stimulate microorganism activity in the soil to enhance the biodegradation of PCBs include:

(a) The release of organic compounds like suger, amino acids, and organic acids by plants root used as electron donor support for either aerobic or anaerobic metabolism of chlorinated compounds. In certain instances, microbial aerobic degradation consumes energy resulting in anaerobic processes which is usually favourable for PCB dehalogenation. (Chaudhry *et al*., 2005).

(b) Extracellular enzymes that cause transformation of PCBs leading to further microbial metabolism are secreted by plants (Fletcher *et al*., 1995).

(c) Microbial degradation of PCBs are speed up by inducers which are secreted by plants., however, Hedge and Fletcher (1996), reported that *B. Xenovoransvorans* LB400 and its activity as a PCB degrader was induced by plants phenolic exudates.

(d) The effects of plants root increases the permeability of the soil and also oxygen diffusion in the rhizosphere. These induces microbial oxidative transformation by certain enzymes (Chaudhry *et al*., 2005)

(e) Growth factors are also known to be secreted by plants (Campanella *et al*., 2002).

(f) Organic acids and molecules that act as surfactants comes from the roots, they therefore help to mobilize PCBs making them more susceptible to plants tissues (Chaudry *et al.*, 2005).

4.0 Difference between PCB metabolism in bacteria and plants

Plants are implicated in the increase of both microbial numbers and activity in the soil, which usually results to an increase in the biodegradation of PCB (Limbert and Betts, 1996). Nevertheless, endogenous microbes capable of maintaining symbiosis with plant are however attracted to the rhizosphere by plants secretions. Although plants have shown capability of degradation of PCBs, it has rather been slowly achieved in field trials leading to accumulation and volatilization of compounds that are toxic (Aken *et al*., 2010). Metabolism of PCB by plants is represented conceptually by a three way process of activation, conjugation and sequestration (Sandermann, 1994; Subramanian *et al*., 2019). Generally, the first stage of detoxification of PCBs called activation usually involves oxidation or hydroxylation reaction. It is a high reactive process producing soluble hydroxylated products (Aken *et al*., 2010). Following activation stage is the conjugation reaction involving endogenous hydrophilic molecules including glutathione, glucose or malonate that helps to increase the hydrophobicity of the parent compound (Rezek *et al*., 2007; Anyasi and Atagana, 2022b).

6.0 Conclusions

In conclusion, Schnoor and his co-workers evaluated applicability of phytoremediation (Schnoor et al., 1995; Schnoor, 1997). They found out that the technique is most successful when topsoil is polluted with chemicals being either degraded in the rhizosphere or effectively taken up by plants for too high pollutants concentrations. Toxic effects may occur, and phytoremediation therefore is restricted to lower medium contaminated level. There is need for phytoremediation to be used in combination with an alternative treatment method, for example harnessing the symbiotic relationship between plants and microorganisms in rhizoremediation for hot spots (Schnoor, 1997Therefore, the remediation of PCBs from the soil should be facilitated using the synergistic effects of plants and microbes in the rhizosphere (Chaudhry *et al*., 2005). This co-effect enables them to cope with the toxicity and recalcitrance of the pollutant that would otherwise be difficult for either plants or soil microbes to do alone. In that line also, more research is however important to throw more light into the feedback processes that regulate the interaction of plant and microbes in the root zone of the soil during PCB remediation. The study of Mackova *et al*, (2007), highlighted on the subject, but suggested that more effort be directed towards proper elucidation of the possibility of interactions between plant and bacteria in a model PCB-contaminated environment. Therefore, all hands should be on deck by all environmental toxicologists towards

achieving an effective solution to PCB contamination.

References

Abramowicz DA (1995). Aerobic and anaerobic PCB biodegradation in the environment. *Environ*. *Health Perspect. Suppl*. 103: 00-00.

Agency for toxic substances and disease registry (1993). *Toxicology profile for selected PCBs*, TP-92/16.

Allsopp M, Stringer R, Johnston P (1998). Global review of data on 12 priority persistent organochlorine pollutants and some other organochlorines in human tissues. *Greenpeace research laboratory*. UK.

Anyasi RO, Atagana HI (2011). Biological remediation of polychlorinated biphenyls (PCB) in the environment by microorganisms and plants. Afr. J. Biotechnol. 10(82): 18916-18938.

Anyasi RO, Atagana HI (2021). Understanding the Effect of oil on Phytoremediation of PCB co-contamination in transformer oil using Chromolaena odorata. *Int. J. Phytorem*. 23(4): 1-12.

Anyasi RO, Atagana HI (2022). Assessment of Biological Remediation of Polychlorinated Biphenyls (PCB) in the Environment by Microorganisms and Plants. In G Ozcan (Ed) *Research Aspects in Biological Sciences* Vol 3, Pg. 29-57.

Anyasi RO, Atagana HI (2022). Determination of Phytotreatment of Polychlorinated Biphenyls Contaminated Soil. In Dr. Angelo Mark P Walag (Ed) *Current Advances in Geography, Environment and Earth Sciences*. Vol 4, Pg. 119-127.

Aslund MLW, Rutter A, Reimer KJ, Zeeb BA (2008). The effects of repeated planting, planting density, and specific transfer pathways on PCB uptake by *Cucurbita pepo* grown in field conditions. *Sci. Total Environ*. 404: 14-25.

ATSDR, 2000. Toxicology profile for PCBs. U.S. Department of Health and Human Services, Ref. No. 7

Basharudin HB (2008). Bioremediation of oil contaminated waste water using mixed culture. *Thesis*- Faculty of Chemical and Natural Resource Engineering, Palang University- Malasia. 19-23.

Bedard DL, Bailey JJ, Reiss BL, Jerzak GV (2006). Development and characterization of stable sediment-free anaerobic bacterial enrichment cultures that dechlorinate aroclor 1260. Appl Environ Microbiol. 72: 2460–2470.

Bhandary A (2007). Remediation technologies for soil and groundwater. US Environmental Council. Science.

Bianucci A, Ryslava E, Mackova M, Demnerova K (2004). Bacterial PCB degradation in presence of compounds of plants origin. *Int. Biodeterio. Biodegrad*. 53: 277.

Borja J, Marie-Teleon D, Auresenia J, Gallardo S (2005). Polychlorinated biphenyls and their biodegradation. *Process Biochemistry*. 40: 1999-2013.

Borja JQ, Auresenia JL, Gallardo S (2006). Biodegradation of polychlorinated biphenyls using biofilm grown with biphenyl as carbon source in fluidized bed reactor. *Chemosphere*. 64: 555-559.

Brazil GM, Kenefik L, Callanan M, Haro A, Delorenzo V, Dowling DN, Ogara F (1995). Construction of rhizosphere pseudomonad with potential to degrade polychlorinated biphenyls and detection of *bph* gene-expression in the rhizosphere. *Appl. Environ. Microbiol*. 61: 1946-1952.

Chaudhry Q, Blom-Zandstra M, Cupta S, Joner EJ (2005). Utilizing the synergy between plants and rhizosphere microorganisms to enhance breakdown of organic pollutants in the environment. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 12(1): 34-48.

Chekol T, Vough LR, Chaney RL (2004). Phytoremediation of polychlorinated byphenyls contaminated soils: The rhizosphere effect. *Environ. Int*. 30: 799-804.

Cherian S. Margarida-Oliveira M (2005). Transgenic Plants in Phytoremediation: Recent Advances and New Possibilities. *J. Environ. Sci. And Technol*. 39(24).

Choi H, Veriansyah B, Kim J, Kim D, Lee YW (2009). Recycling of transformer oil contaminated by polychlorinated biphenyls (PCBs) using catalytic hydrodechlorination. *J. of Environ. Sci. and Health*. A: 494-501.

Chojnacka K, Moustakas K, Mikulewicz M. The combined rhizoremediation by a triad: plant-microorganism-functional materials. Environ Sci Pollut Res Int. 2023 Aug;30(39):90500-90521.

Chroma L, Macek T, Demnerova K, Mackova M (2004). Decolorization of RBBR by plants cells and correlation with the transformation of PCBs. *Chemosphere* 49: 739-740.

Dobri AB (2009). How to Write a Good Review Article. www.yahoosearch.com. 26/10/2009.

Dowling DN, Doty SL (2009). Improving phytoremediation through biotechnology. Current opinion in Biotechnology. 20: 204-206.

Ericksons MD (1997). Analytical chemistry of PCBs, 2nd edition. CRC Press, Boca Raton, FL, 66.

Field JA, Sierra-Alvarez R (2008). Microbial transformation and degradation of polychlorinated biphenyls. *Environ. Pollut*. 155: 1-12.

Fitzgerald ED, Hwang S, Deres DA, Bush B, Cook K, Worswick P (2001). The association between local fish consumption and DDE, mirex, and HCB concentration in the breast milk of Mohawk women at Akwesasne. *J. of Expos. Anal. Environ. Epid*. 11: 381-388.

Fletcher JS, Hedge RS (1995). Release of Phenols by Perennial Plant Roots and their Potential *Importance in Bioremediation. Chemosphere. 31: 153-158.*

Furukawa K, Fujihara H (2008). Microbial degradation of polychlorinated biphenyls: Biochemical and molecular features. *J. Biosci. Bioeng*. 105: 433-449.

Gioia DD, Bertin L, Zanaroli G, Marchetti L, Fava F (2006). Polychlorinated biphenyl Degradation in aqueous wastes by employing continuous fixed-bed bioreactors. *Proc. Biochem*. 41: 935-940.

Gogoi, B., Sarma, H. (2023). Rhizoremediation of Persistent Organic Pollutants (POPs) from the Soil. In: Sarma, H., Joshi, S. (eds) Land Remediation and Management: Bioengineering Strategies. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-4221-3_3

Halim AA (2007). Analysis of polychlorinated biphenyls in sewage sludge using supercritical carbon dioxide and subcritical water extraction. *Thesis*: Faculty of Science, University *Teknologi Malasia*, 18-23.

Hamlin RL (2002). Phytoremediation literature review. Umass.edu. 00-00.

Haritash AK, Kaushik CP (2009). Biodegradation aspects of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): A review. *J. Haz. Mat*. 169: 1-15.

Hatamian-Zarmi A, Shojaosadati SA, Vasheghani-Farahani E, Hosseinkhani S, Emamzadeh A (2009). Extensive biodegradation of highly chlorinated biphenyl and Aroclor 1242 by *Pseudomonas aeruginosa* TMU56 isolated from contaminated soil. *Intern. Biodeterioration & Biodegrad*. 63: 788-794.

Huang X-D, EL-Alawi Y, Gurska J, Glick BR, Greenberg BM (2005). A multi-process phytoremediation system for decontamination of persistent total petroleum hydrocarbon (TPH) from soil. *J. Microc*. 81: 139-147.

Leigh MB, Fletcher J, Nagle D, Kucerova P, Mackova M, Macek T (2004). Rhizosphere remediation of PCBs based on field studies in the Czech Republic. *Int Biodeterio. Biodegrad*. 53: 260.

Leigh MB, Prouzova P, Mackova M, Macek T, Nagle DP, Fletcher JS (2006). Polychlorinated bacteria associated with trees in a PCB-contaminated site. *Appl. Environ. Microbiol*. 72: 2331-2342.

Limbert ESB, Betts WB (1996). Influence of substrate chemistry and microbial metabolic diversity on the bioremediation of xenobiotic contamination. *Genet. Eng.Biotechnol.* 16: 158-180.

Liu JY, Schnoor JL (2008). Uptake and translocation of lesser chlorinated polychlorinated biphenyls (PCBs) in whole hybrid poplar plants after hydroponic exposure. *Chemosphere*. 73: 1608-1616.

Macek T, Mackova M, Kucerova P, Chroma L, Burkhard J, Demnerova K (2002). Phytoremediation; in: Agathos SN, Reineke W (Eds.). Biotechnology for the environment: Soil Remediation, Kluwer Academic Publishers, Brussels. 115-137.

Mackova M, Uhlik O, Lovecka P, Viktorova J, Novakova M, Demnerova K, Slivestre M, Macek T (2010). Bacterial degradation of polychlorinated biphenyls. Geomicrobilogy: *Molec.Environ. Perspect*. 347-366.

Moreira H, Mench M, Pereira S, Garbisu C, Kidd P, Castro P (2021). Phytomanagement of metal (loid)-contaminated soils: options, efficiency and value. *Front. Environ. Sci*. 9:661423

Newman LA, Reynolds CM (2004). Phytoremediation of organic compounds. Current Opinion in Biotechnology. 15: 225-230

Okey AB (2007) An aryl hydrocarbon receptor odyssey to the shores of toxicology: The Deichmann Lecture. International Congress of Toxicology-X1, *Toxicological Sciences*, 98(1): 5-28.

Panwar BS, Marton L, Kadar I, Anton A, Nemeth T (2010). Phytoremediation: A novel green technology to restore soil health. *Acta. Agron. Hung*. 58(4): 443-458.

Paul OE, Ana C, Mark J, Nancy MD, Pilon-Smits EAH Reardon KF (2007). Comparism of Plant Families in a Greenhouse Phytoremediation Study on an Aged Polycyclic Aromatic Hydrocarbon-Contaminated Soil. *J. Environ. Qual*. 36:1461-1469.

Pieper DH, Seeger M (2008). Bacterial metabolism of polychlorinated biphenyls. *J. Mol. Microbiol. Biotechnol.* 15: 121-138.

Prasad MNV, Freitas H, Fraenzie S, Wuenschmann S, Markert B (2010). Knowledge explosion in phytotechnologies fro environmental solutions. *Environ. Poll.* 158: 18-23

Rezek J, Macek T, Mackova M, Triska J (2007). Plants metabolites of polychlorinated biphenyls in hairy root culture of black nightshade *Solanum nigrum* SNC-90. *Chemosphere*. 69: 1221-1227.

Smith KE, Schwab AP, Banks MK (2007). Phytoremediation of polychlorinated biphenyls-contaminated sediments: A greenhouse feasibility study. *J. Environ. Qual*. 36:239-244.

Smith KE, Schwab AP, Banks MK (2009). Dewatering of contaminated sediments: Greenhouse and field studies. *J. Ecol. Engr*. 35(10):1223-1228.

Sobiecka E, Cedzynska K, Bielski C, Antizar-Ladislao B (2009). Biological treatment of transformer oil using commercial mixtures of microorganisms. Int. Biodeter. Biodegrad. 63: 328-333.

Subramanian S, Tehrani R, Aken BV (2019). Transcriptomic response of Arabidopsis thaliana exposed to hydroxylated polychlorinated biphenyls (OH-PCBs). *Int.J. Phytorem*. 21: 52-59

Toro SD, Zanaroli G, Fava F (2006). Aerobic bioremediation of an actual site soil historically contaminated by polychlorinated biphenyls (PCBs) through bioaugmentation with a non acclimated, complex source of microorganisms. *Microbial Cell Factories*, 5: 11.

Trap S, Ulrich K (2001). Aspect of Phytoremediation of Organic Pollutants. *J. Soil & Sediments*. 1: 83-85

Vasilyeve GK, Strijakova BR (2007). Bioremediation of soils and sediments contaminated by polychlorinated biphenyls. *Microbiology*. 76: 639-653.

Wiltse CC, Rooney WL, Chen Z, Schwab AP, Banks MK (1998). Greenhouse evaluation of agronomic and crude oil-phytoremediation potential among alfalfa genotypes. *J. Environ. Qual*. 27:169-173.

Yang M, Park MS, Lee HS (2006). Endocrine disrupting chemicals: Human exposure and health risks. J. *Environ. Sci. & Health*. 24: 183-224.

Zeeb BA, Amphlett JS, Rutter A, Reimer KJ (2008). Potential for phytoremediation of polychlorinated biphenyls-(PCB) contaminated soil. *Int. J. Phytoremed*

GREEN INNOVATION AS A TOOL FOR ENHANCING ENVIRONMENTAL PERFORMANCE IN ECONOMIC ENTERPRISES: A CASE STUDY OF SONATRACH COMPANY ALGERIA

Rayene BENKHAOUA
20 AUGUST1955 SKIKDA University, Faculty of Economic, Commercial and Management Sciences, Department of Management, Skikda, ALGERIA
Ayoub MZSSIKH
20 AUGUST1955 SKIKDA University, Faculty of Economic, Commercial and Management Sciences, Department of Management, Skikda, ALGERIA
ORCID: 0000-0000-0000-0000

ABSTRACT

In light of growing environmental challenges and global pressure to adopt sustainable practices, green innovation has emerged as a strategic option for major economic enterprises aiming to balance economic growth with environmental preservation. This study seeks to analyze the impact of green innovation on environmental performance within Sonatrach, Algeria's leading energy company, which operates in a sector inherently associated with environmental risks.

The research explores several dimensions of green innovation, including eco-friendly product development, the improvement of energy-efficient production processes, and the adoption of clean technologies. It further examines how these innovations contribute to enhanced environmental performance indicators, such as emission reduction, industrial waste management, and resource optimization.

The study adopts a descriptive and analytical approach, relying on secondary data collected from official company reports and reliable sources. The analysis aims to evaluate the relationship between the implementation of green innovation and the achievement of sustainable environmental performance. This is supported by a comparison of Sonatrach's practices with relevant international standards in the field of green innovation.

The findings reveal that green innovation is a key driver of improved environmental performance, especially when it is embedded in the company's long-term strategic vision. Sonatrach has taken tangible steps toward adopting cleaner energy models and more sustainable industrial practices. These efforts contribute not only to environmental protection but also to strengthening the company's competitive position both locally and internationally

Keywords: Green Innovation, Eco-friendly Practices, Sonatrach

THE IMPACT OF INVASIVE PLANT SPECIES ON BIRDS, INSECTS, AND MAMMALS: IDENTIFYING THE MOST AFFECTED TAXONOMIC GROUP

Mahesha MADUMALI
Department of Agricultural Biology, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana, Kamburupitiya
Kavindya ABEYSINGHE
Department of Agricultural Biology, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana, Kamburupitiya
Peliyagodage Chathura Dineth PERERA
Department of Agricultural Biology, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana, Kamburupitiya
ORCID: 0000-0001-7415-7236

Abstract

Invasive plants seriously affect ecosystems through competition with native vegetation, causing loss in biodiversity and disruption of ecological processes. This study shows how invasive plant species alter habitat structure, impact food availability and influence interspecific interactions across a variety of taxa. Impacts of invasive plants are studied with regard to birds, insects, and mammals, while considering the differential responses of the three groups. Invasive plants modify ecosystems by competing for food resources that birds, insects, and mammals rely on and by interfering with nesting sites and stopover habitats. While generalists may be able to adapt, specialists often fail and experience local extinction. These invasive plants overshadow native flora, disrupting pollination networks and insect populations, while providing sustenance to alien community members, thereby strengthening the competition. The immediate impact of invasive plants on mammals may involve a change in food resources, often being toxic or undesirable, forcing a shift in their habitat use. In turn, this changing structure of plant communities affects availability of shelter, resulting in disturbance of predator-prey interaction and instability of populations above and loss in biodiversity. Comparative analysis shows that in terms of response insects would be the most affected one because of their very specialized ecological relationships, while mammals are the most flexible. Understanding the impact of invasive plant species will be beneficial in the formulation of specific conservation efforts. Management action should be directed towards controlling the spread of invasive plants, restoring native cover, and maintaining ecological integrity so that deleterious effects on wildlife populations can be mitigated.

Keywords: Invasive plant, wildlife, biodiversity, ecosystem

APPLICATIONS OF FTIR IN THE ANALYSIS OF PLANT EXTRACTS

Ahmed ATTAHIRU
Abubakar Umar BIRNIN-YAURI
Ahmed Musa AHMED
Department of Pure and Industrial Chemistry, Faculty of Physical Sciences, Kebbi State University of Science and Technology, Aliero. Nigeria

Abstract

Fourier Transform Infrared Spectroscopy, also known as FTIR analysis plays a crucial role in plant extract research by identifying and characterizing the functional groups of chemical constituents within the extracts, providing insights into the plant's chemical composition and potential biological activities. The aim of this study was to discuss on the application and role played by FTIR in the plant extracts. FTIR spectroscopy uses infrared light to identify the types of chemical bonds (functional groups) present in the plant extract. By analyzing the absorption peaks in the infrared spectrum, researchers can determine the presence of various functional groups, such as alcohols, phenols, alkanes, alkenes, esters, and amines, which are characteristic of different types of phytochemicals. The presence and types of functional groups identified by FTIR can provide clues about the potential biological activities of the plant extract, such as antioxidant, antimicrobial, or anti-inflammatory properties. FTIR can be used for quality control in the food, beverage, and pharmaceutical industries to ensure the purity and authenticity of plant extracts. Application of FTIR includes: Identifying the presence of specific phytochemicals in plant extracts, Characterizing the chemical composition of different plant species, Studying the effects of different extraction methods on the chemical profile of plant extracts, Monitoring the degradation of plant extracts during storage, FTIR analysis can be performed without damaging the sample, FTIR analysis is a relatively fast and efficient technique and FTIR can be used to analyze a wide range of plant extracts, including solid, liquid, and gas samples. Other Techniques of FTIR it is often used in conjunction with other analytical techniques, such as GC-MS, to provide a more comprehensive understanding of the chemical composition and biological activities of plant extracts.

Keywords: Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Plant extracts, Applications, Functional Groups.

MODELING GAUSSIAN FIELD-BASED 3D-QSAR, PHARMACOPHORE ATOM-BASED 3D-QSAR, DOCKING, BINDING FREE ENERGY, AND ADMET FOR THE DESIGN OF NEW PYRAZOLYL-PYRIMIDINONE INHIBITORS OF HIV-1

Badr HAMDACHE
Laboratory of Molecular Chemistry, Materials and Catalysis, Faculty of Science and Technology Sultan Moulay Slimane University, BP 523, Beni-Mellal 23000, Morocco
Kamal TABTI
Molecular and Computational Chemistry, NSMC Laboratory, Faculty of Science, Moulay Ismail University of Meknes, Morocco
Mustapha DIB
Laboratory of Applied Chemistry and Environment, Mineral Solid Chemistry Team, Faculty of Sciences, Mohammed First University, B.P. 717, 60 000, Oujda, Morocco
Menana ELHALAOUI
LIMAS Laboratory, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco
Hajiba OUCHETTO
Laboratory of Molecular Chemistry, Materials and Catalysis, Faculty of Science and Technology Sultan Moulay Slimane University, BP 523, Beni-Mellal 23000, Morocco

Abstract

Pyrazolyl-pyrimidinone compounds, which are very good non-nucleoside reverse transcriptase inhibitors (NNRTIs) against the HIV-1 virus, can stop the development and transcription of the virus's DNA. The improvement of the antiviral activity of pyrazolyl-pyrimidinone by applying computer-aided design methods on a series of 40 compounds of 2-(((5-alkyl/aryl-1H-pyrazol-3-yl)methyl)thio)-5-alkyl-6-(cyclohexylmethyl)-pyrimidin-4(3H)-ones.To select the regions and choose the groups introduced on the base structure of pyrazolyl-pyrimidinone in order to predict new, more biologically active compounds. The techniques using 3D-QSAR-Based Pharmacophore and Gaussian field-based QSAR-3D are valid with the help of PLS statistical parameters. The constructed QSAR-3D models allow us to understand the changes introduced in the most active compound (mol 11) in the series of compounds to improve activity. All the pyrazolyle-pyrimidinone compounds proposed by QSAR-3D models were processed by molecular docking. The most active compound 11 gives an affinity value of -6.3 kcal/mol, while the six predicted compounds Pred1-Pred6 yield good stability results of −8.6, −8.6, −9.2, 8.7, 7.9, and −7.7 kcal/mol respectively. Then, conduct a binding free energy study to identify the energetic factors influencing the stability of the compounds through ligand-protein interaction. Next, an ADMET study is conducted, which shows a good pharmacokinetic quality result for the predicted compounds..

Keywords: Anti-HIV activity, bioactive molecules, pyrazolyl-pyrimidinones, 3D-QSAR,

molecular docking, heterocycles compounds, ADMET study.

References

[1] A. S. Fauci, « HIV and AIDS: 20 years of science », Nat. Med., vol. 9, n o 7, p. 839-843, juill. 2003, doi: 10.1038/nm0703-839.

[2] X. Chen, P. Zhan, D. Li, E. De Clercq, et X. Liu, « Recent Advances in DAPYs and Related Analogues as HIV-1 NNRTIs », Curr. Med. Chem., vol. 18, n o 3, p. 359-376, janv. 2011, doi: 10.2174/092986711794839142.

[3] K. Das, S. E. Martinez, J. D. Bauman, et E. Arnold, « HIV-1 reverse transcriptase complex with DNA and nevirapine reveals non-nucleoside inhibition mechanism », Nat. Struct. Mol. Biol., vol. 19, n o 2, p. 253-259, févr. 2012, doi: 10.1038/nsmb.2223.

[4] « World Health Statistics ». Consulté le: 13 novembre 2024. [En ligne]. Disponible sur: https://www.who.int/data/gho/publications/world-health-statistics

PEER PRESSURE AS A PREDICTOR OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS' ACHIEVEMENT IN MATHEMATICS IN GUSAU LOCAL GOVERNMENT OF ZAMFARA STATE, NIGERIA

Braimoh O. JAIYEOLA
Department of General Science Education, School of General Studies Education,
Federal College of Education (Technical), Gusau, Zamfara State, Nigeria.
Igonoh A. OKOLO (Ph.D)
Department of Educational Foundations, Faculty of Education,
University of Jos, Nigeria.

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the relationship between peer pressure, and achievement of secondary school students' in Mathematics in Gusau local government area of Zamfara State. Two research questions and two hypotheses guided the study. Correlational Research Design was adopted to conduct the study. The population of the study was 7476 from 47 secondary schools. A Sample of four hundred and fifty (450) Students were randomly selected from a population using simple random sampling technique as guided by research advisory table. An Inventory on peer pressure of Secondary School Students and Achievement Test were used for data collection. Reliability coefficient of 0.78 index was established using Cronbach Alpha method. Mean and Standard Deviation, Frequency counts and Pearson product moment correlation were used to answered research question and test the null hypotheses formulated @ 0.05 level of significance. While the results revealed that, Peer pressure plays significant role in the achievement of secondary school students in mathematics, as peer pressure is seen as a key part of the developmental process of the students among others. Based on the findings of the study, it was recommended that teachers and parents are to restrict students' from accessing sites not meant for educational progress and purpose.

Keywords: Peer Pressure, Achievement, Mathematics, Students' Achievement, Predictor

FACTORS AFFECTING AGRITOURISM DEVELOPMENT IN THOT NOT DISTRICT, CAN THO CITY, VIETNAM

Nguyen Thi Huynh PHUONG
School of Hospitality and Tourism - Hue University
School of Social Sciences and Humanities - Can Tho University
Nguyễn Thị Bé BA
School of Social Sciences and Humanities - Can Tho University
Lý Mỹ TIEN
School of Social Sciences and Humanities - Can Tho University
Dương Quốc THANH
School of Hospitality and Tourism - Hue University
Tour guide in Can Tho city

Abstract

Agritourism has emerged as a valuable opportunity for local residents to actively engage in tourism activities, leading to personal growth, knowledge enrichment, and an improved quality of life. Thot Not District, located in Can Tho City, possesses immense potential for agricultural tourism development such as abundant fruit orchards, expansive rice fields, thriving aquatic resources, a pristine environment, and serene landscapes. The research method used includes collecting secondary data, field surveys and conducting interviews with 120 domestic tourists who visited and experienced agricultural tourism in Thot Not district. Exploratory factor analysis and linear regression analysis were used in this study. The research findings indicate that there are five key factors influencing on agritourism development in Thot Not district including: Agritourism resources, infrastructure and technical facilities, tourism service, human resources, and security and safety. Drawing upon these identified factors, the article puts forward various solutions to to enhance the growth of agritourism in this region.

Key words*:* Factors, agritourism, Thot Not district, Can Tho.

RESIDENTS' PARTICIPATION IN AGRITOURISM DEVELOPMENT: THEORY AND APPLICATION

Nguyen Thi Huynh PHUONG
School of Hospitality and Tourism - Hue University
School of Social Sciences and Humanities - Can Tho University
Hoang Thị Dieu THUY
University of Economics - Hue University

ABSTRACT

Agritourism opens doors for local residents to actively engage in tourism-related business ventures, leading to skill enhancement, knowledge expansion, and an improved quality of life. This research conducted a comprehensive and systematic examination of the theoretical and practical aspects concerning the involvement of local people in agritourism development. The study drew upon scientific articles published between 2014 and 2024, utilizing the content analysis method to extract valuable insights. The literature review revealed several prominent themes, encompassing the following: Residents' participation in agritourism development, residents' participation in agritourism development, resident's 's intention and behavior to participate in agritourism development, and the factors influencing resident's participation in agritourism development. By analyzing research trends and identifying gaps in the current body of knowledge regarding local people's involvement in agritourism development, this article establishes a foundation for further studies. It sheds light on both theoretical frameworks and practical applications, thereby fostering the progression of knowledge in this field.

Keywords: Agrtourism, research trends, content analysis

CLOUD COMPUTING

Mr. Pramant MAHTO
Assistant Professor Srinath University (Adityapur Jharkhand (India))

Abstract

Cloud computing refers to the delivery of computing services—such as storage, processing power, networking, and software—over the internet. By leveraging cloud-based platforms, individuals and organizations can access a range of resources without the need for significant on-premises infrastructure. This model offers scalability, flexibility, and cost-efficiency, making it an attractive solution for businesses of all sizes. Cloud computing is typically categorized into three service models: Infrastructure as a Service (IaaS), which provides virtualized computing resources; Platform as a Service (PaaS), which offers a platform for developing, testing, and deploying applications; and Software as a Service (SaaS), which delivers software applications over the internet. The main benefits of cloud computing include reduced IT costs, improved accessibility, enhanced collaboration, and the ability to scale resources quickly based on demand. However, challenges such as security, data privacy, and dependency on internet connectivity must be addressed for broader adoption. Cloud computing is fundamentally transforming how businesses operate, allowing them to be more agile and innovative in an increasingly digital world.

Keywords: Cloud computing, IaaS, PaaS, SaaS, scalability, cost efficiency, flexibility, security, data privacy, on-demand resources, collaboration, internet connectivity, innovation, IT infrastructure.

Introduction: Cloud Computing

Cloud computing is a transformative technology that allows businesses and individuals to access a wide range of computing services over the internet. These services include infrastructure (servers, storage), platforms (software development tools), and software applications, all hosted on remote servers, often referred to as "the cloud." The essence of cloud computing lies in its ability to provide on-demand access to resources without the need for users to own or maintain the underlying hardware or software.

Unlike traditional computing models, where businesses would need to invest in physical servers, data centers, and IT staff to manage infrastructure, cloud computing offers a more efficient and cost-effective approach. It allows users to scale their computing resources up or down based on

demand, which is particularly advantageous in today's fast-paced and unpredictable business environments.

Cloud computing operates on a pay-as-you-go model, meaning that users pay only for the resources they use, which can lead to significant cost savings. Furthermore, it promotes collaboration by allowing users to access data and applications from anywhere in the world, as long as they have an internet connection. This flexibility and scalability make cloud computing an attractive solution for businesses of all sizes, enabling them to focus on their core operations without the burden of managing complex IT infrastructure.

Despite its numerous advantages, cloud computing also brings challenges, including concerns about data security, privacy, and reliability. However, the rapid advancements in cloud technology and security protocols continue to address these concerns, making cloud computing an integral part of modern business operations and IT strategies.

Conclusion:

Cloud computing has revolutionized the way businesses and individuals access and manage IT resources. By offering scalable, flexible, and cost-efficient services, it has democratized access to advanced technologies, enabling organizations of all sizes to innovate and compete in a fast-changing digital world. The key benefits of cloud computing—such as reduced infrastructure costs, improved accessibility, enhanced collaboration, and the ability to scale resources on demand—have made it an essential component of modern IT strategies.

However, challenges such as data security, privacy concerns, and service reliability still persist, requiring ongoing attention and improvement in both technology and governance frameworks. Despite these challenges, the continuous evolution of cloud technologies and best practices is mitigating risks and enhancing the overall security and reliability of cloud platforms.

In conclusion, cloud computing is set to continue shaping the future of business and technology. As it evolves, it offers the potential for even greater innovations and efficiencies, further transforming industries, enabling greater global collaboration, and empowering businesses to stay agile and responsive in a competitive digital landscape.

FORMULATION AND EVALUATION OF DELAYED-RELEASE PELLETS OF ESOMEPRAZOLE MAGNESIUM TRIHYDRATE USING EXTRUSION SPHERONIZATION

Faizan AFZAL
Hajvery University Lahore, Pakistan

Abstract

Esomeprazole is a Proton pump inhibitor (PPI), used in the management of gastrointestinal (GI) diseases, including gastroesophageal reflux disease. It rapidly degrades in acidic media, but it has acceptable stability under alkaline conditions, so the stability of esomeprazole magnesium greatly depends on the pH.

Aim:

The prime aim of this research work was to design a formulation of Esomeprazole magnesium trihydrate (EMT) oral delayed-release (enteric-coated) pellets by using two different enteric polymers, to enhance its absorption and prevent degradation through bypassing the stomach as compared to other available dosage forms available in the market.

Methodology:

In the present study, the extrusion-spheronization technique was used to formulate core pellets of EMT. These pellets were divided into two equal portions, the first portion coated with Eudragit L100 and the other portion with Eudragit L100-55. Eudragit L100-55 (dissolve at above 5.5-6 pH) and Eudragit L100 (dissolve at pH 6-7) were used as enteric coating polymers for targeted release of the enteric-coated pellets in the Duodenum and jejunum, respectively by the enteric coating of pellets. And Sodium bicarbonate was added as an antacid in the sachet with pellets.

Conclusion:

These results manifested that the percentage of the drug was significantly increased in systemic circulation because of targeted drug absorption through the duodenum and jejunum. As IV %drug release of the formulation is almost the same as that of the marketed product, i.e., 102.99 and 102,45, respectively. The formulation has shown satisfactory results concerning all pharmacokinetic parameters and we believe it can be marketed successfully.

PRESCRIPTION DRUG MISUSE (PDP): A COESSENTIAL AND DESCRIPTIVE TYPE OF STUDY IN PUBLIC AND PHARMACIES TO EVALUATE ROOT CAUSE OF DRUG MISUSE

Faizan AFZAL
Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan

Abstract

Background and purpose:

Prescription drug misuse (PDM) represents an emerging global issue. The present Data indicate that young adults are misusing prescription drugs tremendously. People are at risk of developing health problems because of PDM. The study aimed to identify factors associated with PDM among health workers (Pharmacists/Pharmacy Staff) and the Public in Lahore, Pakistan.

Method and instrument:

The present study was a cross-sectional, closed-ended, questionnaire-based survey conducted between July 01 to October 31, 2021. A total of 500 people participated in the study (including 250 participants from the public and 250 Doctors / Medical staff from Pharmacies / Medical Stores). The issue of PDM among two significant groups was measured from different areas including Hospitals, Community Pharmacies, and Private Clinics of Lahore, Pakistan. Descriptive and Chi-square analysis using SPSS was utilized to analyze and evaluate data to determine the root cause of PDM.

Objective:

The objective of the study was to make a closed-ended questionnaire to address changing policies regarding Prescription drug Misuse (PDM), Choosing the best methodology to prevent PDM, ensure effective and responsive planning of drug use for prevention, treatment, and care services, identify common errors, and key points that the PDM may have made.

Results:

The Data from Chi-square have suggested that there was a strong correlation between PDM, Education Level, Socioeconomic Status (SES), Family income, Age of the patient, Area Distribution, Availability of Pharmacist at Pharmacy, and Physician Prescription Writing as the value of P<5% or 0.05, the level of significance. So, the need of the hour is to change the attitude and knowledge of all in the community and at the National Level.

Conclusion:

The survey was done periodically at a specified time to continuously produce data that reflect current changes in PDM at the local level. The primary aims of this study were to design a strategy to prevent PDM, eliminate the risk of PDM, develop and validate a scale measuring attitude towards PDM for non-medical reasons, evaluation of the impact of health with education on PDM, and explain the possible ways by which PDM can be prevented.

Keywords: Prescription drug misuse (PDM), Prescription Drug Prevention (PDP), Prescription Misuse (PM), Prescription Drug Monitoring Program (PDMP).

SEEBECK COEFFICIENT, FIGURE OF MERIT AND ELECTRONIC ELECTRONIC FITNESS FUNCTION AS VITAL TOOLS FOR ASSESSING THERMOELECTRIC BEHAVIOUR OF MnNiP COMPOUND BY FIRST PRINCIPLE APPROACH

Funmilayo AYEDUN
Department of Physics, National Open University of Nigeria, Abuja.

ABSTRACT

This work engaged Perdew-Burke-Ernzehof for solid(PBEsol) within the framework of Generalized Gradient Approximation based on Density Functional Theory as its exchange correlation functional as found in Quantum Espresso pseudopotential library to examine structural and electronic qualities of ternary semiconductor half-Heusler MnNiP compound. Structural evaluation indicate optimized lattice constant of 5.29Å, volume of 250.488a.u3, bulk modulus 500Kbar and pressure derivative of 4.99. A direct energy gap of 0.3eV from W→W, k-vector path was observed. Electronic transport properties were explored using Semi-Classical Boltzmann Transport Theory as expressed in BoltzTrap code. High values of Seebeck coefficient (1292.85 μV/K) as it varied with chemical potential and electronic fitness function (10.85 $W^{5/3}ms^{-1/3}K^{-2}$) as a function of hole were reported at 800K. This material is a future prospect for a sustainable thermoelectric generation.

Keywords: Seebeck coefficient, Semiconductor, Density Functional Theory, Half –Heusler, Generalized Gradient Approximation.

ETHICAL AND LEGAL IMPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ORTHOPAEDIC NURSING PRACTICE IN NIGERIA: A SYSTEMATIC REVIEW

Aisha AVOSUAHİ

Abstract

Artificial Intelligence (AI) transforms the healthcare landscape, its integration in orthopaedic nursing in Nigeria presents a paradox. While AI promises enhanced patient care, diagnostic accuracy, and clinical efficiency, its adoption raises critical ethical and legal concerns.This systematic review examines ethical and legal implications of Artificial Intelligence (AI) in Nigerian orthopaedic nursing by analyzing 1,920 studies (2015-2024) from PubMed, Google Scholar, Scopus, and AJOL. After screening (160 excluded initially, 93 removed for irrelevance), 1,667 studies were analyzed using NVivo.

Key findings reveal: Ethical concerns regarding patient autonomy and algorithmic bias due to non-representative training data;Legal gaps in Nigeria's evolving Data Protection Act and unclear liability frameworks for AI errors; Structural barriers including inadequate infrastructure and regulatory absence.

The study highlights AI's potential benefits while emphasizing urgent needs for: national ethical guidelines, strengthened legal frameworks for data protection and accountability, and infrastructure investments.

These findings provide policymakers with evidence-based insights for responsible AI integration in Nigeria's healthcare system. By acknowledging these complexities and working towards solutions, we can harness AI's potential to transform Nigerian orthopaedic nursing while mitigating risks. The time to act is now.

Keywords: Artificial Intelligence, Orthopaedic Nursing, Ethics, Legal Implications, Algorithmic Bias.

ATTENUATION OF LORAZEPAM INDUCE PLACE PREFERENCE BY BUSPIRONE IN AN ANIMAL MODEL OF EPILEPSY

Huma IKRAM
Iqra ATIQUE
Darakhshan J. HALEEM
Neurochemistry and Biochemical Neuropharmacology Research Unit, Department of Biochemistry, University of Karachi, Karachi-75270, Pakistan.

ABSTRACT

Benzodiazepine dependence, particularly from lorazepam, remains a significant challenge in addiction research. Buspirone, a 5-HT1A partial agonist, has shown potential in modulating dependence-related neurochemical and behavioral alterations. This study aimed to evaluate the effects of buspirone on lorazepam-induced dependence in an animal model of epilepsy. Forty eight rats were assigned as control and pentylenetetrazol (PTZ) treated rats and treated with PTZ on alternate days for 15 days (35mg/kg; i.p.). One week after kindling development, rats were challenged with PTZ (70mg/kg; i.p.). rats were then treated with lorazepam and/or buspirone for 12 days. Lorazepam (2 mg/kg, oral) was administered on day 2, 4, 6, 8, 10, and 12, while buspirone (1 mg/kg, i.p.) was given daily. Anxiety-related responses (light-dark box) were monitored 20min post injection and antiepileptic effects were monitored 30min post injection for 1hr on day 0 and 12. On Day13, conditioned place preference was monitored. Rats were decapitated and brain samples (hippocampus and prefrontal cortex) were collected for neurochemical analysis by HPLC-EC. Rats exposed to lorazepam exhibited significant anxiolytic response, antiepileptic effects and concurrent place preference alongside altered neurochemical levels. Buspirone administration mitigated place preference and altered neurochemical levels. Results suggest buspirone's promising potential in countering lorazepam dependence by modulating serotonergic and dopaminergic pathways. These findings suggest coadministration of buspirone for attenuating the abuse potential of lorazepam without affecting its therapeutic profile.

Key words: Buspirone, Lorazepam, Conditioned place preference, Serotonin, Dopamine, Anxiety, Addiction

AN OVERVIEW OF RECENT ADVANCES IN NANOCARRIER SYSTEMS FOR ENHANCING EFFICACY AND REDUCING RESISTANCE IN ANTIMICROBIAL THERAPY

Aminu Ibrahim BELLO
Umaru Musa Yaradua Unıversıty, Faculty Of Natural And Applıed Scıence, Department Of Mıcrobıology, Katsına, Nıgerıa
ORCID ID: 0009-0009-4805-9574
Yahaya Riko YUNUSA
Umaru Musa Yaradua Unıversıty, Faculty Of Natural And Applıed Scıence, Department Of Mıcrobıology, Katsına, Nıgerıa
ORCID ID: 0000-0001-9209-7468
Salihu SALISU
Umaru Musa Yaradua Unıversıty, Faculty Of Natural And Applıed Scıence, Department Of Mıcrobıology, Katsına, Nıgerıa
ORCID ID: 0009-0000-5340-850X

ABSTRACT

Antimicrobial resistance (AMR) is recognised as a significant global health threat, due to the increasing prevalence of antibiotic-resistant bacteria which undermines the efficacy of conventional therapeutic strategies and contributes to rising morbidity and mortality. The overuse and misuse of antibiotics, coupled with inadequate infection control measures have accelerated the emergence of resistant strains. In light of the stagnation in novel antibiotic development, alternative therapeutic approaches are urgently required. Consequently, nanotechnology emerged as a promising avenue for addressing these challenges through the application of nanoparticles (NPs) that exhibit multifaceted mechanisms of action against bacterial pathogens. Metal-based nanoparticles, such as silver and zinc oxide, possess intrinsic antimicrobial properties, while polymeric and carbon-based nanoparticles enhance drug delivery and facilitate penetration through biofilms. These nanocarriers can effectively disrupt bacterial membranes and generate reactive oxygen species (ROS), thereby reducing the likelihood of resistance development and improving treatment outcomes. Moreover, the unique physicochemical properties of nanomedicines enable them to circumvent established resistance mechanisms, including diminished drug uptake, efflux pump activity, biofilm formation, and intracellular persistence of pathogens. Various nanocarrier systems, including lipid-based, polymeric, and metal nanoparticles, offer versatile solutions to combat microbial resistance. Recent advancements in the green synthesis of nanoparticles have further enhanced their antimicrobial efficacy, specificity, and transportability while minimizing systemic toxicity. Integrating plant-derived antibacterial agents with conventional antibiotics within nanocarriers has led to synergistic effects, significantly improving efficacy against drug-

resistant bacteria. This review elucidates the recent progress in nanocarrier systems aimed at enhancing therapeutic efficacy and mitigating resistance in antimicrobial therapy, underscoring their potential to revolutionize the management of resistant bacterial infections.

Keywords: Antimicrobial Resistance, Green Synthesis, Nanocarrier Systems, Nanoparticles.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MIND: PHILOSOPHICAL PERSPECTIVES

Divna VUKSANOVIĆ
ORCID: 0000-002-2288-0796
Faculty of Dramatic Arts University of the Arts in Belgrade
Katarina ŠMAKIĆ
ORCID: 0009-0003-3838-9525
Faculty of Diplomacy and Security University Union Nikola Tesla

Abstract

The paper explores the "cognitive capacity" of artificial intelligence. Intelligence is associated with intellect, which is further divided into reason and mind. Through various examples, the connections drawn between artificial intelligence and human rationality are illustrated, highlighting the parallels identified between machine (AI) cognition and instrumental reasoning, especially within the framework of capitalist socio-economic structures. The paper also proposes that artificial intelligence, in its present phase of advancement, remains incapable of substituting human actions guided by the mind — particularly those involving the quest for freedom, creative expression, and ethical judgment. While it may seem that artificial intelligence, in certain scenarios for which it has been programmed, endeavors to make ethical choices or engage in creative processes, its functioning essentially amounts to the execution of logical procedures, data analysis, or linguistic encoding that is fundamentally utilitarian; at its most sophisticated, AI can imitate mental processes, but lacks genuine comprehension, self-awareness of its operations, or accountability for its behaviors.

Keywords: intelligence, intellect, artificial intelligence, capitalism, reason, mind

MUNICIPAL WASTE INCINERATOR BOTTOM ASH: A USEFUL SOURCE FOR NANO BIO FERTILIZER PRODUCTION FROM BIO RECOVERED METALS

Arooj ANWAR
Fozia ANJUM*
Zumaira SIDDIQUE
Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad-38000, Pakistan

Abstract

In the current study, an environment friendly and economically feasible waste management approach have been endeavored towards the bio recovery of metals from Municipal wastes Incinerator (MWI) bottom ash and further conversion into nanoparticles having potential importance in agriculture. *Aspergillus niger* was isolated and purified from rotten bread and inoculated for the production of acidic metabolites that exhibited good leaching efficiency of metals from wastes along with nanoparticles (NPs) formation at room temperature. Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) and Scanning electron microscopy (SEM) confirmed the formation of nanoparticles. Energy Dispersive X-ray spectroscopy (EDX) displayed strong signals for calcium, magnesium, Iron and zinc being leached out from wastes. Thus, a novel bio methodology was developed using fungal cell-free extract for bioleaching of metals and subsequently conversion of the waste materials into nano structured form. These biosynthesized nanoparticles were evaluated for their efficacy on seed germination activity of peas and presented enhanced growth at concentration of 18 ppm. These nanomaterials are expected to enhance plant growth properties and being targeted as additives in soil fertility and crop productivity enhancement.

Keywords: *Aspergillus niger*, Bioleaching, Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Municipal waste incinerator bottom ash, Nanoparticles, Scanning electron microscopy (SEM), Seed-germination activity

THE EMERGING ROLE OF FORENSIC SCIENCE IN FAMILY LAW: APPLICATIONS IN PATERNITY DETERMINATION AND CUSTODY DISPUTES

Mr. Satish Kumar SINGH [LL.M.; Qualified UGC NET & JRF]
Research Scholar, Department of Law, Central University of Punjab, India.
Shaheed Bhagat Singh Boys Hostel, Central University of Punjab, Bathinda, Punjab, Pin code- 151401, India.

ABSTRACT

In family law, forensic science has grown in importance, especially when it comes to settling complicated cases like custody and paternity determination. The use of forensic techniques has increased the degree of accuracy and objectivity in determining biological relationships as genetic testing technology develops. DNA testing has entirely changed the way paternity disputes are handled by offering conclusive proof that either supports or contradicts a presumed father's biological relationship to a kid. In addition to supporting paternal responsibility, this kind of scientific rigour influences court rulings on inheritance rights and child support. Forensic science is crucial in determining the child's best interests and the suitability of the parents in custody battles. Psychometric tests, drug misuse examinations, and even forensic psychological evaluations that delve into parental histories now heavily influence custody decisions. By giving the court empirical data that improves the decision-making process, these scientific methods make sure that decisions about custody and visitation are supported by factual information rather than just the opinions of the parties involved. Concerns about privacy, permission, and the possible misuse of forensic data are just a few of the ethical and legal issues that arise when forensic science and family law collide. Even if the advantages are obvious, maintaining the fairness and justice of forensic applications requires striking a balance between legal and ethical issues. The application of forensic science to family law is set to grow as it develops further, providing more trustworthy means of settling conflicts and guaranteeing the wellbeing of children.

Keywords: Forensic Science, Paternity Determination, Custody Disputes, DNA Testing, Ethical Considerations.

TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE CONCRETE

C. Bala SAI
ORCID: 0009-0003-4055-9773
K. THARANI
Nadagouda KALYANI
G Pulla Reddy Engineering College(Autonomous),Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Kurnool,India.

Abstract

Growing concerns about global warming and major ecological changes necessitate sustainable growth across all scientific and technological domains. Concrete not only uses a lot of natural resources and energy, but it also releases a lot of carbon dioxide, mostly from the cement manufacturing process. The energy, resource, environment, and ecology of civilization have all been significantly impacted by the massive production of concrete. Therefore, a major concern now is how to improve concrete technology in a sustainable manner. This paper presents a few Korean studies on the sustainable development of concrete. These include adding recycled aggregate and additional cementing elements to concrete, strengthening deteriorating concrete structures, reinforcing new concrete structures sustainably, and applying each approach to recast concrete.

Keywords: Recycled aggregate, industrial by-product, FRP reinforcement, sustainable development.

ADVANCEMENTS IN THERMOACOUSTIC REFRIGERATION: PRINCIPLES, EFFICIENCY, AND ENVIRONMENTAL BENEFITS

Dr. Jai Gopal GUPTA
Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology Sikkim, Barfung Block, Ravangla Sub-Division, Dist. Namchi, Sikkim - 737 139 India.
ORCID NO: 0000-0002-7267-4157
Scopus Author ID: 56204155500

ABSTRACT

Thermoacoustic have been understood for many years, but their application in the development of engines and pumps is relatively recent. One such application is thermoacoustic refrigeration, which utilizes high-intensity sound waves in a pressurized gas tube to transfer heat from one location to another, creating a refrigeration effect. In this system, traditional refrigerants are replaced by sound waves, requiring only a loudspeaker and an acoustically insulated tube. Additionally, the system eliminates the need for lubricants, resulting in a 40% reduction in energy consumption. Thermoacoustic heat engines offer the benefit of operating with inert gases and having few or no moving parts, making them highly efficient and an ideal solution for environmentally-friendly refrigeration with minimal maintenance costs. This paper will explore the principles and functions of a thermoacoustic refrigerator.

Keywords: Thermoacoustic refrigeration, Refrigeration effect, Acoustically insulated tube, Environmentally-friendly refrigeration.

FIRST-PRINCIPLES ANALYSIS OF STRONTIUM BASED HYDRIDE PEROVSKITES FOR HYDROGEN STORAGE APPLICATIONS

Hamza BENAALI
LPAIS, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, B.P. 1796 Fez–Atlas, Morocco
Hmad FATIHI
Laboratory of Research in Physics and Engineering Sciences, Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal 23000, Morocco
Abdellah TAHIRI
Mohamed NAJI
LPAIS, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, B.P. 1796 Fez–Atlas, Morocco

Abstract: The present study investigates the physico-chemical properties of the perovskite $SrXH_3$ (X = Ti, Fe and Mn) in detail using density functional theory. Structural simulations show that all the substances are synthesizeable and thermodynamically stable. The density of states (DOS) and electronic band structure analyses reveal that $SrXH_3$ perovskites (where X = Ti, Fe and Mn) behave like metallic materials. The shear and Young's moduli, the Poisson's ratio, and other mechanical parameters are estimated for novel polycrystalline materials. The results indicate that compounds with the formula $SrXH_3$ (X = Ti, Mn and Fe) are mechanically stable, brittle, and anisotropic. The gravimetric hydrogen storage capacities of $SrXH_3$ (X = Ti, Mn and Fe) were calculated to be 2.136 wt%, 2.035 wt% and 2.022 wt%, respectivelly. These substances have not yet been studied, as far as is known, therefore future research may compared with these findings.

Keywords: DFT, Perovskite hydrides, Hydrogen storage, Elastic constants, Desorption temperature.

RECORDING METHODS AND REGIONAL FINANCIAL ACCOUNTING CYCLES

Maulida'ARIFINA
Faculty of Islamics and Business, UIN K.H Abdurrahman Wahid
ORCID: 0000-0002-1389-3747

ABSTRACT

The purpose of this study is to explain the method of recording and accounting cycles in regional financial accounting. This research method uses literature study sourced from relevant books and journals. The results of the literature review in this study explain that in regional financial accounting there are three accounting recording methods consisting of single entry, double entry, and triple entry. Single entry is rarely used nowadays, because single entry has several weaknesses, such as not being able to reflect real performance and not being able to provide more comprehensive information. Therefore, the double entry method was created to cover the weaknesses of the single entry method. Based on Minister of the Interior Regulation No. 12 of 2006, the local government accounting system has four processes, including accounting for cash disbursements, other than cash, cash receipts, and assets. The cycle in regional financial accounting is the same as the accounting cycle in general, only the flow is different. In regional financial accounting, after compiling the Balance Sheet After Adjustment (BSAA), you can immediately make a Calculation Report of the Regional Budget (CRRB). However, to facilitate the preparation of the report, after the BSAA is closed with a Closing Journal and immediately made a Cash Flow Statement, Statement of Changes in Equity and Balance Sheet.

Keywords: Regional financial accounting, recording method, and accounting cycle

THE IMPORTANCE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THIS MODERN WORLD

B. Rakshna PRIYA
M. MUTHUKUMAR
Dr. D. SUDHA
R.M.K. Engineering College, Kavaraipettai, Tiruvallur District.

ABSTRACT

Artificial intelligence is an intelligence illustrated by machines, as opposed to natural intelligence displayed by animals including humans; it is the ability of a computer-controlled robot to perform tasks which are commonly associated with intelligent beings. The amount of data that is generated, by both humans and machines, outpaces a human's ability to absorb, interpret, and make complex decisions based on that data, AI helps to make better decisions, improve core business processes by increasing both the speed and accuracy of strategic decision-making processes. AI has the potential to revolutionize the world and change the future, their solutions are already being applied in almost every industry. Automation, enhancement, analysis, and accuracy are the few main components which makes this technology useful. AI also acts as a main driver for emerging technologies like big data, robotics and IoT. Few examples of AI technology are Siri, Netflix-recommendation**, s**elf-driving cars, voice-texting tools, disease mapping, etc. The purpose of Artificial Intelligence (AI) is to aid human capabilities and help us make advanced decisions with the most beneficiary outcome.

Keywords: Artificial intelligence; technology; computer; decision making, accuracy.

ONLINE SHOPING AND THIER PROBLEMS IN ERBIL

Azad Salih NADIR

ABSTRACT

Marketing is an old economic phenomenon that was found with the presence of man, for the sake of the sustainability of life and work on ways to develop its patterns, and marketing witnessed a development with the development of human life, as marketing has different types and fields, and marketing entered the field of science and teaching because of its great importance due to the great development witnessed by operations Marketing is the process of buying and selling and commercial exchanges, as marketing is the backbone of the market economy between countries and societies. Marketing has its own rules, strategies and principles in terms of form and content, and scientific and technological development has witnessed a great development in the field of marketing, where many types of marketing have appeared, and the most important type of marketing is electronic marketing, which has come to dominate traditional marketing and gradually take its place.

E-marketing has many characteristics and advantages in facilitating the movement of trade exchanges in the market, but e-marketing also has many obstacles that hinder the marketing process, especially in transitional societies that are based on traditional marketing so far.

E-marketing in the IRAQ in general, and the capital of region , Erbil, in particular, has witnessed a qualitative transformation in recent years as a result of the technological revolution and the openness of markets in it to the outside world, which facilitated trade exchange between Erbil and the various markets of the world, which led to the emergence of a kind of marketing and trade trust between Both sides, due to the presence of many important factors in terms of the appropriate marketing environment and ease of movement of capital on the one hand, in addition to the ease of transferring goods, merchandise and services between them on the other hand.

Keywords: Market, E-marketing, Marketing environment.

SISTEM KEUANGAN AKUNTANSI DALAM PENGELOLAAN DANA KAS KECIL

Elsa Nadiya FEBRIANI
Faculty of IslamicEconomics and Business, UIN KH. Abdurrahman Wahid Pekalongan
ORCID: 0000-0003-3340-1719

ABSTRACT

Tujuan penelitian ini ialah untuk mendeskripsikan bagaimana sistrm pencacatan akuntansi keuangan khususnya pada pengelolaan kas kecil dan metode apa saja yang digunakan dalam pencatatan akuntansi kas kecil serta perbedaanya. Metode penelitian ini menggunakan studi pustaka yang bersumber dari buku dan jurnal yang relevan. Hasil kajian pustaka pada penelitian ini menjelaskan bahwa dalam akuntansi Pencatatan jurnal kas kecil memiliki dua metode, yaitu tetap dan berubah-ubah. Metode tersebut meliputi tahapan pengelolaan dari dana yang ada. Dengan begitu, tidak akan ada kesalahan dalam laporannya nanti. Pembukuan petty cash dengan motode tetap atau metode imprest fundy system berarti jumlah rekening kasnya selalu tetap. Untuk pencatatan setiap bukti transaksi juga tidak langsung pada pembukuan kas. Sedangkan untuk metode tidak tetap atau fluctuating Fundy system maka pengendalian kasnya akan berubah-ubah. Biasanya, jumlahnya akan menyesuaikan dengan kebutuhan. Jadi, jumlah pengisian selanjutnya tidak harus sama.

Kata Kunci: Akuntansi, Keuangan, Kas Kecil

ABSTRACT

The purpose of this study is to describe how the financial accounting disability system, especially in petty cash management and what methods are used in petty cash accounting records and the differences. This research method uses literature study sourced from relevant books and journals. The results of the literature review in this study explain that in accounting, petty cash journal entry has two methods, namely fixed and variable. The method includes the stages of managing the existing funds. That way, there will be no errors in the report later. Petty cash bookkeeping with a fixed method or the imprest fundy system method means that the number of cash accounts is always fixed. For the recording of each transaction evidence is also not directly on the books of cash. As for the non-fixed method or the fluctuating Fundy system, the cash control will fluctuate. Usually, the amount will adjust to the needs. So, the number of subsequent fillings does not have to be the same.

Keywords: Accounting, Finance, Petty Cash

ARTIfiCIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING APPLICATIONS IN OBJECT COUNTING AND DETECTION

Ahmed Jameel ISMAEL
School of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia.
Herlina Abdul RAHIM
Research Management Center, Universiti Teknologi Malaysia 81310 Skudai Johor Bahru Malaysia
Baher Ayad MOUSA
School of Education, Faculty / Social Science of Humanities, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia.
Sani Inusa MILALA
Faculty OF Technology Management and Business, Department of Real Estate and Facilities Management, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia 86400, Parit raja, Johor Malaysia.

Abstract

Identification of the precise species present at a playground as well as the overall quantity of species there has become increasingly important in recent years. In my study, there have been seeking for a system that counts and identifies the number of existing species using computer vision. Machine learning is centered on utilizing data and algorithms to mimic how people learn and gradually increase their accuracy. My research focuses on how new technologies may be used to detect and count items utilizing motion sensors or video surveillance. Accuracy is a critical feature in today's environment, and artificial intelligence has come to fix it. Machine learning uses data and algorithms to mimic the way humans learn. machine learning has solved the issue using deep neural networks, by using convolutional neural networks and YOLO, since artificial intelligence focuses on a computer, machine, or robot as an approach for extracting features from photos. which going to be implemented in this project. The goal of the study is to investigate how artificial intelligence help in the counting and detection of wildlife utilizing drones by employing computer vision works.it is concluded that, artificial intelligence can be used in widely used in counting and dictating the wildlife in an given environment.

Keyword: Artificial intelligence, machine learning, deep neural networks, object detection, computer vision.

QUANTIFYING ENTREPRENEURSHIP FOCUS, AND EDUCATION QUALITY IN COVID 19 PANDEMIC; WAY OUT FOR QUALITY EDUCATION IN POST COVID

Sani Inusa MILALA
Department of Real Estate and Facilities Management, Faculty of technology management and Business
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Johor, 86400 Malaysia,
Khadijah Md ARIFFIN
Department of Real Estate and Facilities Management, Faculty of technology management and Business
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Johor, 86400 Malaysia,
Siti Sarah OMAR
Department of Business Management, Faculty of technology management and Business
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Johor, 86400 Malaysia,
Bala ISHIYAKU
Department of estate management and valuation, faculty of environmental technology, Abubakar Tafawa Balewa University Bauchi, Bauchi State Nigeria.

ABSTRACT

The future of quality education is challenged as the covid 19 pandemic persists and entrepreneurship focus increases; Education has been accountable for all of modern society's progress over time, as a cornerstone of society, education brings about change, encourages progress, and fosters innovation. The importance of good and quality education in a community cannot be emphasized, which is why brilliant thinkers have written extensively about its significance in a civilized society. Both student and proprietors focus has been driven by the entrepreneurship away from the quality education in this era. The entrepreneurship of various kind which continue to accommodate and provide immediate source of survival has become perversive in affecting the educational quality. This conceptual paper, primarily aims to explore the focus on entrepreneurship affecting the education quality in the covid 19 pandemic, provide a way forward for quality education and propose a framework for quality education in the post covid. To achieve this aim, qualitative research using the exploratory strategy was employed where conceptual literature such as conference papers, journal paper, magazines, framework etc., are reviewed significant findings has been utilized and explored in this study also a realistic conclusion was drawn; from the result of the study, it was found in the review of the study that entrepreneurship's need for survival is the causal for the education quality to be questioned. Secondly, the mode of the teaching and the adoption of technology by the educational system alter the education quality output; lack of financial supports also affect the quality of education, a framework has been

proposed for achieving quality education after the covid 19 pandemic, and support from the government to the enterprise has also been shown among the factors that aid in retaining the quality of services to be delivered including the education.

Keywords: Education, Quality, Entrepreneurship, Covid 19 Pandemic

COMPARABLE METHOD AN ALTERNATIVE FOR INTANGIBLE ASSET VALUATION

Sani Inusa MILALA
Khadijah Binti Md ARIFFIN
Rozilah Binti KASIM
Department of Real Estate and Facilities Management Universiti Tun Hussein Onn Malaysia
Johor, 86400 Malaysia
Narimah Binti KASIM
Department of Construction Management Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Johor, 86400 Malaysia
Azlina Binti Md YASSIN
Mohd Hafizal Bin ISHAK
Department of Real Estate and Facilities Management Universiti Tun Hussein Onn Malaysia
Johor, 86400 Malaysia

Abstract

Intangible asset to day has become worth in today business era the need for valuation using reliable method is needed, Comparison method of valuation have not been in used by many appraisers in valuation of intangible asset due lack experience about the various adjustment techniques and the comparative approach is incorporated into international valuation standards (IVS) and European valuation standards (EVS) as a primary method for determining the market value of asset. This paper aimed developing exploring the comparable method of valuation as considerable alternative for intangible asset valuation, the study involves the uses of Visio Microsoft to develop framework from the intensive review of literature, from the developed frame in the it was obtained that all the stages where there is need for adjustment it was clearly depicted and it was indicated in the frame work the step-by-step procedure for valuation of framework. Form the finding of the study it was also indicated that the comparable features of all the asset have a great role in employing the comparable method in the valuation process. Also among the findings of the study comparable method also offers alternative for the direct or indirect comparison which with this is consider universal for usage, the method also open room for adjustment where it was ase4rtained that all the asset are of different size and value, comparable method was seen as the universal method, for allowing all the other method to be used in value determination, it was also explore that comparable method is seen as the end value determinants. It is concluded that having a comparable method frame work for the valuation of intangible asset many problems and issues during the valuation exercise will be ascertain and the reliable and acceptable capital value will be entertained.

Key words: intangible asset, valuation, value, methods

THE INCREASE IN ENTERTAINMENT TAX IN THE DIGITAL ERA AND ITS IMPACT ON YOUNG PEOPLE'S ENTERTAINMENT PREFERENCES SHIFTING TOWARDS DIGITAL CONTENT

Artita PERMANDA
Chrisstohfer SM
Alif Prawira BASUKI
Manda FEBRIANTI
Taxation, University of Lampung

ABSTRACT

The rise of digital technology has dramatically altered the way young people engage with entertainment, leading to a notable shift towards platforms like streaming services, video games, and social media. In contrast, the government has enacted higher entertainment tax rates under Law No. 1 of 2022, which governs Financial Relations between Central and Regional Governments (UU HKPD) (Faharudin & Wulandari, 2024). These new rates, ranging from 40% to 75% for venues such as nightclubs, karaoke bars, and spas, have ignited debate among traditional entertainment industry stakeholders who worry about the potential impact on consumer demand (Sanita et al., 2021). This study seeks to explore how the increase in entertainment taxes influences the entertainment preferences of young people, particularly the transition from traditional forms of entertainment to digital content. Through a thorough literature review and analysis of secondary data from various sources, the findings indicate that higher taxes have resulted in increased ticket and service prices at conventional entertainment venues. Consequently, this has diminished young consumers' interest in visiting physical entertainment locations, leading them to favor digital options that are more affordable, accessible, and conveniently enjoyed on personal devices (Jhontax, 2023). This shift carries significant implications for the entertainment industry, the government, and society at large. Traditional entertainment businesses are facing challenges in maintaining their appeal, while the government must evaluate the efficacy of its tax policy in generating regional revenue without stifling the growth of the entertainment sector (Mandak et al., 2023). Furthermore, these changing preferences highlight the socio-cultural dynamics of the digital age, where entertainment consumption transcends physical boundaries and increasingly leans on technology. Therefore, it is essential for stakeholders to develop adaptive strategies to effectively navigate and respond to these evolving consumer behaviors.

Keywords: Entertainment tax, digital era, entertainment preferences, digital content, tax policy, entertainment industry, Gen Z behavior, media shift, digital economy.

THE IMPACT OF TRADE LIBERALIZATION ON ECONOMIC GROWTH IN NIGERIA

Ebenezer Akinniyi AKINYEMI
ORCID: 0000-0003-1127-4560
Abdulmumin Oluwasegun MUSTAPHA
Adebola Miracle OKETOOBO
Ladoke Akintola University of Technology, Ogbomoso, Nigeria. Department of Economics, Faculty of Art and Social Sciences

ABSTRACT

This study examines the impact of trade liberalization on economic growth in Nigeria. The focus is on the effect of trade liberalization on economic growth in Nigeria between the periods of 2004-2023. The dependent variable is economic growth while the independent variables are: trade openness, net export, net import, exchange rate and balance of payment. The study employed different estimation techniques such as; Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model to check for the long run and short run relationship between the variables, Co integration method to test the relationship between the variables, Augmented Dickey fuller unit root test to check if the variables are stationary or non-stationary, Granger causality test to know if the variables are uni-directional, bi-direction or have no causal relationship. The findings indicated in the ARDL model that trade openness, exchange rate, net export exerted a positive and non-significant impact on economic growth in Nigeria in the long-run and net import, balance of payment have a negative non-significant impact on economic growth in the long-run. However, net import, net export, balance of payment and exchange rate have a positive and non-significant relationship in the short run while trade openness has a negative and non-significant relationship in the short-run. It was therefore concluded that net export and exchange rate are potent ways of influencing economic growth, also trade openness, net import and balance of payment can also be used to determine the economic growth in Nigeria. One of the recommendations is that government should put up policies and programs targeted at increasing locally produced export-oriented goods and services in the country.

Keywords: Trade Liberalization, Autoregressive Distributed Lag, Causal relationship, trade openness

RECONSTRUCTING PALESTINIAN IDENTITY THROUGH MAHMOUD DARWISH'S POETRY

Ms. Priyadarshini DAS
MA English, Sharda University
Dr. Raf Raf Shakil ANSARI
Assistant Professor, Sharda University

Abstract

The present paper aims to explore the construction of Palestinian identity in the poetry of Mahmoud Darwish, a prominent Palestinian poet whose work has come to symbolize the collective trauma and resilience of the Palestinian people. Focusing on how Darwish's poetry serves as a powerful mode of political and cultural expression, study analyzes his portrayal of exile, the longing for a lost homeland, and the assertion of national identity in the face of occupation and erasure. It delves into his complex use of imagery, metaphor, and lyrical voice to articulate a shared historical consciousness and to resist the dominant colonial narratives. The study also discusses the evolution of Darwish's poetic voice—from a spokesperson of the Palestinian struggle to a more nuanced and universal exploration of human suffering, love, and loss. Through a close reading of selected poems, it demonstrates how Darwish constructs a poetic space that challenges dispossession and reclaims agency, voice, and historical presence for the Palestinian people. Ultimately, this study positions Darwish's poetry as a testament to the enduring power of words in the fight against cultural annihilation and historical amnesia.

Keywords: Exile, cultural erasure, Displacement, Identity, Resistance.

EXPLOITING OLIVE POMACE: BIOACTIVE PHENOLIC COMPOUNDS, ANTIOXIDANT CAPACITY, AND SUSTAINABLE APPROACHES

GUERBOUB Lynda
SOUFI Ouahiba
OULDSAADI Linda
Laboratoire de Mathématiques, Biophysique, Biochimie et Scientométrie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Bejaia, Bejaia 06000, Algeria

Abstract

Olive pomace, a by-product generated during the olive oil production process, plays an essential role in enhancing environmental sustainability and offering potential health benefits. This study utilized three distinct extraction methods to quantify the total phenolic content of olive pomace using the Folin-Ciocalteu assay and to evaluate its antioxidant activity through the DPPH test. The findings reveal a high concentration of phenolic compounds (34.5 mg equivalent of gallic acid) and considerable antioxidant activity, underscoring the significant potential of olive pomace for effective waste valorization. The bioactive compounds identified in the pomace exhibit remarkable antioxidant properties, which could provide substantial health benefits while supporting more sustainable agricultural practices. This research also highlights how recent advancements in extraction and analytical technologies are crucial for improving waste management strategies and maximizing the value of agricultural by-products. By integrating these innovative techniques, it is possible to enhance the efficiency of waste utilization and promote environmental stewardship. In summary, the study demonstrates that the valorization of olive pomace presents a viable and promising approach for the sustainable management of waste from the olive oil industry. This approach not only addresses environmental concerns but also offers potential applications in the fields of health and environmental sustainability, contributing to both ecological and economic benefits.

Keywords: Olive Pomace, Phenolic Compounds, Antioxidant Activity, Sustainable Waste Management, Bioactive Compounds

CORRELATION BETWEEN DRY EYE SYNDROME AND MENOPAUSAL

Dr. Koosha KOOREHPAZ
Ophthalmology Resident, Department of Ophthalmology, Farabi Eye Hospital, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
ORCID NO: 0009-0001-4321-4119

ABSTRACT

Dry eye syndrome (DES) is a prevalent eye condition that occurs when there is insufficient tear production or excessive tear evaporation, leading to discomfort, vision issues, and potential damage to the eye's surface. Menopause is associated with a decline in estrogen and androgen levels, both of which are essential for maintaining eye health. These hormones support the function of the lacrimal and meibomian glands, which produce vital components of the tear film. As hormone levels drop during menopause, tear production decreases, and the lipid composition of tears changes, resulting in increased evaporation and dry eyes. Research suggests that androgens, in particular, play a key role in meibomian gland function, and their deficiency can worsen evaporative dry eye symptoms. Menopausal women with DES often experience symptoms such as burning, itching, redness, sensitivity to light, and a gritty sensation in the eyes. In more severe cases, blurred vision and eye fatigue can interfere with daily tasks like reading, driving, and prolonged screen use. The chronic nature of DES can also affect emotional well-being, leading to frustration, sleep disturbances, and a reduced quality of life. Managing dry eye syndrome during menopause requires a comprehensive approach. Artificial tears and lubricating drops can help stabilize the tear film and relieve mild symptoms. Omega-3 fatty acid supplements have been found to support meibomian gland function and reduce inflammation. For moderate to severe cases, prescription medications like cyclosporine and lifitegrast eye drops can help reduce inflammation and enhance tear production. Hormone replacement therapy (HRT) has also been explored as a potential treatment, but its effects on DES remain uncertain. While some studies suggest estrogen may improve tear production, others indicate it could increase inflammation and worsen symptoms. Given these mixed findings, treatment plans should be personalized in consultation with healthcare professionals. The link between menopause and dry eye syndrome is well-established, with hormonal changes playing a crucial role in the condition's onset and progression.

Further research is necessary to explore the potential benefits of hormonal therapies and develop targeted treatments for menopausal women. By raising awareness and expanding treatment options, healthcare providers can better address the ocular health challenges faced by this population.

Keywords: Dry eye syndrome, Estrogen, Hormone replacement therapy.

NEW METHODS IN THE MANAGEMENT OF CONTACT LENS-RELATED KERATITIS

Dr. Koosha KOOREHPAZ
Ophthalmology Resident, Department of Ophthalmology, Farabi Eye Hospital, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
ORCID NO: 0009-0001-4321-4119

ABSTRACT

Contact lens-associated keratitis poses a notable public health concern due to its potential to cause significant vision impairment. Traditionally, its management has relied on the use of broad-spectrum antibiotics and patient education. Microbial keratitis, in particular, remains a common and serious complication among contact lens users, often resulting from poor hygiene, prolonged wear, or exposure to contaminated lens solutions. The most commonly implicated pathogens include *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, and *Acanthamoeba* species. Standard treatment approaches typically involve empirical antibiotic use and temporary discontinuation of lens wear. Yet, with the emergence of antibiotic-resistant strains and delays in traditional diagnostic processes, innovative and more efficient methods are becoming increasingly necessary. Two key advancements in rapid diagnostics include Polymerase Chain Reaction (PCR) and Next-Generation Sequencing (NGS), as well as Point-of-Care Testing. Unlike conventional cultures, which may require several days, PCR and NGS can quickly identify bacterial, fungal, or amoebic DNA from corneal scrapings within hours, enabling precise, targeted treatment. Moreover, developments in microfluidics and biosensor technologies have made it possible to detect pathogens directly in clinical settings, significantly shortening the time to initiate therapy. Another emerging strategy involves the use of antimicrobial peptides (AMPs) and nanotechnology. AMPs are naturally occurring molecules that disrupt microbial cell membranes. Synthetic versions are currently under development as eye drops that offer broad-spectrum antimicrobial activity with minimal risk of resistance. Additionally, nanocarriers—such as liposomes, dendrimers, and solid lipid nanoparticles—are being employed to enhance drug delivery to the cornea, improving absorption, minimizing side effects, and allowing for controlled, sustained release of medication. Innovative smart contact lenses are also under investigation. These lenses are designed to incorporate biosensors and drug delivery systems, allowing them to detect inflammation or changes in tear film composition and automatically release therapeutic agents, combining diagnostic and treatment

functions in a single device. Another novel approach is the use of artificial intelligence (AI) in personalized therapy. AI-powered decision support tools are being adopted in ophthalmology to evaluate clinical images, patient histories, and symptom patterns, enabling quicker and more accurate diagnoses and individualized treatment plans. Altogether, these emerging technologies are transforming the management of contact lens-related keratitis. From advanced molecular diagnostics to AI-driven care, they hold the promise of earlier detection, more personalized interventions, and better clinical outcomes. Continued research and clinical validation will determine how soon these innovations become part of routine ophthalmic practice.

Keywords: Contact lens-related keratitis, Management, Ophthalmic care.

INTEGRATED SIMULATION OF HIGH-TEMPERATURE PEM FUEL CELL AND ABSORPTION COOLING SYSTEM FOR ENHANCED ENERGY EFFICIENCY

Mohamed El Amine GUERBAZI*
LEREESI Laboratory, HNS-RE2SD, Batna, Algeria.
Abdallah MOHAMMEDI
Ecole Nationale Polytechnique de Constantine, BP 75, Nouvelle ville RP, Constantine, Algeria.
Adel CHINE
Fouad KHALDI
Boutaghane AYOUB
LEREESI Laboratory, HNS-RE2SD, Batna, Algeria.
Alaeddine ZEREG
LPEA, University of Batna 1, Batna, Algeria.
Khalid FAIZA
Centrer of Research in Michanics, Constantine, Algeria.

Abstract

Combined Cooling and Power (CCHP) systems are a viable approach for enhancing energy efficiency, especially in off-grid and decentralized contexts. This study introduces a comprehensive MATLAB-based simulation model that integrates a High-Temperature Proton Exchange Membrane Fuel Cell (HT-PEMFC) with a single-effect absorption refrigeration system utilizing an ammonia-water (NH_3-H_2O) working pair.

The model replicates the electrochemical performance of the fuel cell, encompassing voltage, power production, and waste heat across different current densities. The reclaimed waste heat powers the absorption cooling cycle, facilitating cooling generation without supplementary thermal input. The evaluation of system performance involves calculating total efficiency (electrical plus thermal) and the Cooling-to-Power Ratio (CPR).

Simulation results indicate that harnessing waste heat from the HT-PEMFC markedly improves the system's overall efficiency. Furthermore, the opportunity for additional enhancement is present through the adoption of multi-effect absorption systems, which can elevate the Coefficient of Performance (COP) beyond 1.2.

This work establishes a basis for the creation of sustainable, integrated energy systems that merge power generation and cooling, appropriate for portable, remote, or off-grid applications.

Keywords:HT-PEMFC, Absorption Cooling, MATLAB Simulation, Energy Efficiency, COP,CPR.

ASSESSMENT OF THE CAUSES OF POOR FIELD PERFORMANCE AMONG CIVIL ENGINEERING GRADUATES IN THE CONTEMPORARY NIGER-DELTA AREA OF NIGERIA

Amaechi ODUA

Abstract

The study focused on Assessment of the causes of poor field performance among Civil Engineering graduates in the contemporary Niger-Delta Area of Nigeria. The descriptive survey research design was adopted in carrying out the study. A sample of 100 Civil Engineering graduates was selected for the study through simple random sampling technique. The instrument for the study was a twenty (20) item structured questionnaire of 4-points likert type titled "Civil Graduates Performance Questionnaire (CGPQ)"The reliability coefficient of (CGPQ) was determined using the Cronbach's Alpha formula which yielded 0.88. The generated data was analyzed using mean, standard deviation and t-test. The result of the study revealed that; teachers' non practical method of teaching, teachers' experience, government non-provision of equipped workshops/laboratories and educators non-usage of instructional/ practical tools are major causes of the poor field performance among civil engineering graduates. Based on the result, it was recommended among others that, civil engineering educators should be retrained periodically by the government in order to have ideas of innovative approaches of impacting modern practical tips to avoid graduates poor field performance.

Key Words: Assessment, Causes, Performance and civil Engineering

THE EFFECTS OF BREAKFAST EATING HABIT ON BURNOUT AND EDUCATIONAL OUTCOMES AMONG MOROCCAN ADOLESCENTS

Younes YASSINE*
Natural Resources and Sustainable Development Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, PB 133-14050, Kenitra, Morocco
Miloud CHAKIT
Biology and Health Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, PB 133-14050, Kenitra, Morocco.
Mohamed BELKHAOUD
Scientific Research and Educational Innovation Laboratory, 10000, Rabat, Morocco.
Yahya DOUFI
Comparative law, applied economics and sustainable development research laboratory, Faculty of Legal, Economic and Social Sciences of Sale, Mohamed V University, PB 5295, Rabat, Morocco.
El Mahjoub AOUANE
Natural Resources and Sustainable Development Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, PB 133-14050, Kenitra, Morocco.

Abstract

Skipping breakfast has been consistently linked to negative impacts on academic burnout and educational achievement. The present investigation aims to elucidate the phenomenon of burnout in secondary school students using the Maslach Burnout Inventory-Student Survey (MBI-SS) scale. It concurrently analyzes the influence of breakfast consumption patterns on the various components of burnout and their impact on academic performance in Morocco. 1119 participants from public secondary school students from Rabat Sale Kenitra Region (Morocco) with a mean age of 17.15 years (SD=1.328), including 59.1% of girls, responded to an Arabic-translated version of MBI-SS and standardized sociodemographic questions. The IBM SPSS statistics 26.0 was used to analyze the data. The findings show that 47% of Moroccan students exhibit emotional exhaustion. Students who consistently consume breakfast exhibit significantly lower levels of emotional exhaustion: 42% between high and moderate levels than their peers who frequently skip this essential meal 54% with ($p = 0.002$). Furthermore, a positive correlation exists between regular breakfast and school marks ($p = 0.005$). Whether the mark is low, medium, or high, there usually exists a difference between regular and skipper eating habits regarding the mark level percentage in favor of those who regularly eat this meal. The results suggest that nearly half of Moroccan students were highly vulnerable to burnout.

Educational policymakers in Morocco could utilize this information in their future initiatives to alleviate academic burnout among students by promoting awareness of the vital role that breakfast plays in the educational context and guaranteeing the availability of breakfast in boarding schools, which may contribute to enhanced academic performance and improved educational achievements.

Keywords: Maslach Burnout Inventory-Student Survey, Skipping breakfast, Morocco

ACCESSING THE COST AND RETURN OF OIL PALM FRUITS PROCESSORS AMONG WOMEN IN EDO STATE, NIGERIA

Paul Abiodun BABARINDE
Adetunji Olusegun ADEYINKA
Amao Oyetoun DUNMOLA
Aishatu SHETTIMA
National Biotechnology Research and Development Agency (Bioresource Development Centre, Ilorin Office), Abuja
Atibioke Oluwatoyin ADEOLA
Nigeria stored products Research Institute, Ilorin
Adetoro Gbenga OPEYEMI
Owolabi GBENGA
National Biotechnology Research and Development Agency (Bioresource Development Centre, Ilorin Office), Abuja

Abstract

Oil palm is a versatile tree crop with almost all parts having economic value and useful for everyday livelihood. The fruits leads vegetable oils produced globally, accounting for one-quarter of global consumption and approximately 60% of international trade in vegetable oils. The participation of women in oil palm production cannot be underemphasized couple with the profitability for economic value. The information were elicited carefully from 155 respondents using structural interview schedule and analysed with descriptive statistics. Oil palm fruits processor participated frequently in all the important processing activities such as Harvesting (93.9%), Transportation (89.6%), Sterilization (97.1%), Stripping and milling (92.6%), Pressing and clarification (92.2%), Water for processing (92.2%), fetching firewood's for boiling (90.0%), Handling (loading and offloading) (90.3%) and Storage (85.8%) among others. Also, Total annual revenue from sales of oil palm fruits products is ₦ 2, 925,800 and gross profit ₦ 1,510,100. It is observed that majority of the oil palm fruits processor prefer to sell other products after processing to reduce stress. They have a fairly good revenue from the activity, the gross ratio of 0.60, which means that for every ₦1 spent, the actors gain 60 kobo as profit. The regression results revealed that there was significant difference between Age (t= 0.168), farm size (0.136) at 5%, also Experience (0.199) at 10 % and their profits from oil palm fruits value chain in the study area.. Therefore, Government and private organizations are encouraged to invest in capacity building of oil palm fruits processing for optimum productivity.

EXPLORING STRATEGIES TO IMPROVE INFLATION RATE AWARENESS AND PROMOTE RESPONSIBLE SPENDING BEHAVIOR AMONG SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS OF MABOLO NATIONAL HIGH SCHOOL

Juvy Jane D. HERODIAS
Dr. Mark Anthony N. POLINAR
Joanna Marie U. ATO
Bertella G. RABANES
Imie Jasmin L. FLORES

ABSTRACT

Understanding how inflation works and being a responsible spender during an inflationary period is the best way to protect oneself from the long-term effects of inflation. This qualitative study employed the descriptive correlational method and was conducted at Mabolo National High School, situated on Pope John Paul II Avenue, Cebu City. This study aimed to explore strategies for improving inflation rate awareness and promoting responsible spending behavior among senior high school students. Through survey questionnaires, the study seeks to assess students' understanding of inflation and their spending responsibilities. The more students become aware of the inflation rate in our economy, the more responsible they will be when it comes to spending. This indicates that having someone educate them on how to save and budget is crucial. There are recommendations for the students that will guide them on how to be more responsible spenders in the future.

Keywords: Inflation Rate, Responsible Spending Behavior, Promote, Save, Budget, Awareness

NAVIGATING FINANCES: BUDGETING, SAVING, AND SPENDING PATTERNS AMONG SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS AT MABOLO NATIONAL HIGH SCHOOL

Eve N. ANTIOLA, Jeanica Michaela RUIZ,
Donna Mae SERATA,
Dr. Mark Anthony N. POLINAR, Michelle L. RIPDOS,
April Marie N. MAHIPOS

ABSTRACT

Managing money is a crucial life skill that significantly impacts financial stability and informed decision-making. This study uses a descriptive-correlational method to examine the budgeting, saving, and spending habits of senior high school students at Mabolo National High School. It explores their financial behaviors, the factors influencing their money management, and the relationships between budgeting, saving, and spending. The study employed a structured survey and statistical analysis to reveal that students actively manage their budgets by tracking expenses and adjusting them as needed. Many students set aside a portion of their allowance for savings, but some struggle due to financial difficulties. Their spending habits are shaped by peer pressure, social trends, and their level of financial knowledge. The study also examines how sex and daily allowance affect students' financial behaviors. Findings show that financial literacy plays a significant role in students' money management. Individuals with better financial knowledge tend to save more and spend wisely, whereas those with less awareness often face challenges in managing their finances. The results underscore the need for enhanced school financial education to foster responsible money management. Teachers and policymakers are encouraged to include financial lessons, such as the Smart Action Plan, in the curriculum. By understanding students' financial habits, this study helps create strategies to promote financial responsibility among young people, preparing them for a more stable financial future.

Keywords: Budgeting, Saving, Spending, Financial Literacy, High School Students, Money Management

RETINAL VESSEL SEGMENTATION: REVIEW

Fatima OUZAHIM
Ayoub ELLAHYANI
LabSIV, Department of Computer Science, Faculty of sciences, Ibn Zohr University

ABSTRACT

This review paper provides a comprehensive overview of recent advancements in the segmentation of retinal vessels using deep learning techniques. Retinal vessel segmentation is an important task in the early diagnosis and treatment of various ophthalmic and systemic diseases. This paper examines the latest methods based on Convolutional Neural Networks (CNNs), UNet architectures, Transformers, and attention mechanisms.

CNNs, particularly the UNet architecture, have been widely adopted for their powerful feature extraction capabilities and their ability to handle the spatial hierarchies in retinal images. Variants such as the Spatial Attention UNet (SA-UNet) introduce spatial attention modules to enhance feature refinement and improve segmentation accuracy, especially in complex regions with small and fragile vessels.

Transformers, initially developed for natural language processing, have demonstrated significant potential for medical image segmentation due to their capability to capture long-range dependencies and global context. Models like TransUNet combine the strengths of UNet and Transformers to further improve performance while maintaining computational efficiency. Attention mechanisms integrated into these models allow for better focus on relevant features, significantly enhancing the segmentation results.

This review also highlights the experimental results from various studies, demonstrating the effectiveness of these methods on standard datasets such as DRIVE and CHASE_DB1. By summarizing the latest work in this domain, this paper seeks to offer insights into the strengths and weaknesses of each approach, paving the way for future research and clinical applications in retinal vessel segmentation.

Keywords: Retinal vessel segmentation, Convolutional neural network, Transformer, UNet, SA-UNet, Attention.

ENHANCING THERMAL COMFORT IN NIGERIA'S TEMPERATE DRY REGION: A TERMITE-INSPIRED APPROACH TO WINDOW-TO-WALL RATIO DESIGN IN OFFICE BUILDINGS

Mamman, Philemon AYUBA
Department of Architecture, Faculty of Environmental Design, Ahmadu Bello University, Zaria,
Muhammad Aminu MUSA
Department of Architecture, Faculty of Environmental Design, Ahmadu Bello University, Zaria,
ORCID: 0000-0003-4516-1281
,

Abstract

Biomimicry offers a creative approach to design by leveraging nature's proven solutions to human challenges. The remarkable ability of termite mounds to regulate their internal climate despite external fluctuations makes them an ideal model for improving thermal comfort in buildings. Seasonal changes significantly impact the opening size of termite mounds, which plays a vital role in maintaining a stable internal climate. Specifically, the average window-to-wall ratio (WWR) of termite mounds is 30% during the hot season and 25% during the cold season. This study investigates the WWR of both termite mounds and human buildings. To achieve this, the WWR in human buildings was evaluated during hot and dry seasons to determine its impact on thermal comfort. Simulations of a prototype building were conducted using Google SketchUp 2017 and OpenStudio tools on hypothetical sites in Zaria, devoid of surrounding buildings and trees. The generated data were analyzed using ANOVA, bar charts, column charts, graphs, and tables, with a significance threshold of 0.05. The findings revealed that human buildings have a WWR of 10% during hot seasons and 20% during cold seasons, which is the opposite of termite mounds.

Keywords: Biomimicry, Termite mound, Thermal comfort, Window to wall ratio, Zaria

THE POSSIBILITY OF INCREASING THE PRODUCTION OF CELLULOLYTIC ENZYMES ISOLATED FROM ANIMALS BY OPTIMIZING THE NUTRIENT MEDIUM

Kutliyeva G. J.
Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Shirinboeva D. K.
ORCID: 0000-0001-6480-1817
Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology

ABSTRACT

Cellulolytic enzymes are produced by a variety of bacteria and fungi, aerobes or anaerobes, mesophiles or thermophiles, when they grow on lignocellulosic materials, which can be used as a biotransformation agent in the degradation of agricultural biomass and for the creation of feed additives. The production of cellulolytic enzymes by the producing microorganism can be induced by specific substrates, such as lignocellulosic biomass. Despite extensive reports on the production of lignocellulosic enzymes by some fungal and bacterial species, the biotransformation efficiency of agro-industrial wastes remains low. Therefore, continued efforts to screen and isolate new extracellular cellulase producers are important to overcome these challenges. The safety status of enzyme manufacturers is a major concern in the medical, food and animal feed industries. The US Food and Drug Administration considers probiotic microorganisms generally considered safe (GRAS) because they are generally non-toxigenic and non-pathogenic bacteria. In addition, LABs have a long history of use in industrial processes as food starters and biocontrol agents, and as producers of valuable compounds. The goal of our research is bacteria isolated from the gastrointestinal tract of animals and possessing cellulolytic and probiotic properties.

It is widely known that these bacteria are fastidious microorganisms that require complex media for growth and therefore cannot directly ferment inexpensive lignocellulosic feedstocks, so bacteria-assisted fermentation of lignocellulose hydrolysates is often reported and is the most developed. Cellulolytic enzymes are important industrial enzymes that are widely used in the production of food, animal feed, pulp, paper and textiles. We attempted to study the potential of locally isolated bacteria from animals as an effective complex bioconversion agent for wheat bran biomass, whey-based yeast extract. Cellulase activity was determined by a calorimetric method based on the determination of reducing sugars (RS) formed by the action of enzymes of the cellulolytic complex on the substrate – Na-CMC. The method is based on the quantitative determination of reducing sugars formed as a result of the action of the cellulase enzyme on the substrate sodium salt of carboxymethylcellulose (Na-CMC) at a temperature of 50 °C. The

amount of reducing sugars was determined using the Somogyi-Nelson method. Our optimized whey-based medium was used as a culture medium. At the same time, cellulase activity was 0.233±0.0025 units/ml and 0.193±0.0018 units/ml. When optimizing the cultivation environment of Bacillus subtilis bacteria with the addition of yeast extract 5%, wheat bran and molasses 5%, the synthesis of cellulases was 0.541±0.0017 units/ml and 0.534±0.002 units/ml, respectively. In this case, the pH of the medium is 5.5. Cultivation time is 48 hours at 37 oC. Thus, optimizing the bacterial cultivation environment in order to increase the synthesis of cellulases makes it possible to activate cellulolytic bacteria, which makes it possible to increase the number of endogluconases. Research to optimize the conditions for cultivating cellulolytic bacteria is ongoing.

POTENTIAL FOR MYCOTOXIN BIODEGRADATION USING PROBIOTICS

Kutlieva G. D.
ORCID: 0000-0001-6480-181
Turaeva B. I.
Kamolova H. F.
Kuziev B. U.
Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Abstract

Recently, all advanced feed research in the field of feeding farm animals and feed production has increasingly focused on the problem of general feed toxicity. A huge part of this problem is made up of problems associated with the presence of various mycotoxins in feed.

Keywords: mycotoxin, biodegradation, probiotics.

Mycotoxins are toxins, low-molecular secondary metabolites produced by microscopic mold fungi. Mycotoxins are most often synthesized by imperfect fungi (formal class Fungi imperfecti) of the genera *Fusarium* , *Aspergillus* , *Myrothecium* , *Stachybotrys* , *Trichoderma* , *Trichothecium*, *Penicillium* and others. Most fungi are aerobic organisms. They consume organic matter where only humidity and temperature allow. Mycotoxins are biological contaminants - natural pollutants of cereal grain, legumes, sunflower seeds. The presence of mycotoxins in feed leads to deterioration in productivity, reproduction and immune state of animals. Mycotoxins differ in chemical structure, toxicity and mechanism of action. The most commonly used classification of mycotoxins is by molecular structure, according to which aflatoxins, trichothecene mycotoxins, ochratoxins, fumonisin, zearalenone and its derivatives, moniliformin, fusarochromanone, alkaloids, cyclopiazonic acid, patulin, citrinin and others. The main threat of mycotoxins is not related to mycotoxicoses, but to the fact that economic indicators suffer due to decreased productivity. Usually contaminated feed contains more than one mycotoxin . Therefore, the identification of mycotoxins and their metabolites is an important step in any strategy for intervention, symptom mitigation or rehabilitation of an animal or bird to cope with the detrimental effects of toxic substances in feed. The use of probiotic preparations for mycotoxicoses is a promising method for preventing feed poisoning, which is beginning to be actively used in modern poultry farming and is not inferior in effectiveness to traditional methods. This method is based on the property of living bacteria not only to bind some of the toxins in the digestive tract, but also to biochemically modify them into less dangerous compounds. Thus, transferring the burden of neutralizing xenobiotics from the animal body to microbial biomass and reducing their concentration in general are the key

to restoring productivity in the event of forced use of poor-quality feed. In the laboratory of microbiology and biotechnology of probiotics of the Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, a number of biological preparations (IMBIOCON, BAKTOVIT) have been developed to protect and improve the quality of various feeds and silage. The results of scientific research conducted by us in 2021-2024 showed the practical possibility of identifying and creating biological preparations based on local active lactic acid bacteria with a high inactivation potential mycotoxins . At the same time, the positive effect of using probiotics can only be enhanced by the presence of beneficial properties in bacteria: synthesis of vitamins and active substances, antagonism against pathogenic bacteria and phytopathogenic fungi, stimulation of immunity, etc. This makes it possible to create and use useful probiotic preparations that will significantly increase production profitability and animal productivity.

JUDGMENTS OF THE EUROPEAN COURT OF HUMAN RIGHTS AS A SOURCE OF CIVIL PROCEDURAL LAW

ARSENI Igor
Dr., Associate Professor, Comrat State University, Republic of Moldova
Faculty of Law, Department of Private Law
ORCID: 0000-0002-9560-0011

Abstract

Currently, there is an imbalance in the system of international relations, which is manifested in the avoidance of some states from fulfilling voluntary international obligations, in the disregard of generally recognized principles and norms by some politically and economically influential states, in the distorted interpretation of the norms of international treaties with the aim of falsifying national legislation, as well as in the fragmentary application of the norms of international law. This is manifested in the fact that the Moldovan authorities are ready to take into account the growing importance of international law norms in domestic legislation and determine the limits of action of international law norms. This situation is exacerbated by the absence of a holistic mechanism for the application of international norms and generally recognized principles by courts when considering civil cases. Because of this, there is an urgent need to review the existing opinions and develop the author's conceptual basis for a holistic theoretical study of the issue of international legal norms as a source of civil procedural law.

Keywords: civil procedure, sources of civil procedure, international acts, principles

INTRODUCTION

The range of problems associated with the use of international legal norms as a source of civil procedural law is extremely broad. In addition to the influence of international norms on domestic civil procedural law, it is necessary to study the permissible forms of integration of international norms, problems of understanding, interpretation, application and enforcement of international norms, establishing a hierarchy between the norms of domestic and international law, as well as ways to resolve conflicts between them. The issue of implementing international norms in national civil procedural law deserves special attention. The prevalence of the practice of judges turning to the norms of international law and the correctness of judicial implementation depends on the completeness of the answers to these questions. The implementation of international treaties in civil proceedings, the admissibility of a direct claim, the modernization of civil procedural legislation, the significance of precedent rulings of the European Court of Human Rights in the judicial practice of civil proceedings, the formation of

international standards of justice in civil proceedings require conceptual understanding.

METHOD

The methodological basis of the study is formed by a set of general scientific and special methods of legal knowledge. The dialectical method, system-structural, formal-legal, comparative-legal, historical methods, as well as methods of logical analysis and synthesis, deduction and induction were used in the study.

RESEARCH AND FINDINGS

International conventions are always the result of joint efforts of a number of states to solve or prevent a particular problem. However, it should be noted that the inclusion of international treaties in the legal system of the Republic of Moldova does not eliminate the problems of their functioning in the legal system. Given that the norms of international law are the source of civil procedural law, it is necessary to consider the problems of interpreting the provisions of the Convention, giving priority to the European Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms.

Article 32 of the Convention enshrines the right of the ECHR to officially interpret its provisions in its judgments. Law enforcement bodies cannot apply the provisions of the Convention without referring to the relevant judgments of the ECHR.

The main issue is the possibility of considering the decisions of the European Court of Human Rights as a source of civil proceedings. This is due, on the one hand, to the precedent-setting nature of the decisions of the European Court of Human Rights, and on the other hand, to the mechanism of interpretation of the European Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms. The issue of the significance of the case law of the European Court is widely discussed in various forums and in theoretical works of scholars. [1, p.71-74; 2, p.19-29]

Most scholars distinguish the concepts of "judicial practice" and "precedent". Many scholars also traditionally use the term "judicial practice" to understand all decisions taken by judicial bodies. In order to examine the connection between the concepts of "judicial practice" and "precedent", it is necessary to refer to this conceptual apparatus. However, it should be recognized that in each legal system, even in different countries with the same legal system, these concepts have their own specifics, which makes it difficult to define them in the legal system of the Republic of Moldova.

The Dictionary of Foreign Languages interprets precedent (translated from Latin - preceding or precedent) as a decision made by a court or other state body on a specific case, which is

mandatory for resolving similar cases in the future [8, p. 561]. In the Encyclopedia, precedent is understood as a decision made on a specific case, which is considered a model for resolving similar cases in the future [14, p. 481]. The fact that precedents are binding means that decisions on similar cases are equated with legal norms and become a source of law. [11, p. 403]

According to P.A. Guk, “a judicial precedent is a decision made by the highest judicial body on a specific case in accordance with a specific legal procedure, containing legal norms (interpretation or clarification of the law), which become mandatory rules applicable to similar cases in the future, and are published in an official collection.” [5, p.82]

I.A. Yastrzhembsky believes that interpretative precedents should be distinguished from classical precedents. The latter are sources of law that lead to the development of new legal norms by courts, while interpretative precedents presuppose the clarification of existing legal norms and the development of specific legal provisions. [18, p.353]

As can be seen from special studies devoted to this issue, the concept of "precedent" has a rather complex nature. First of all, this complexity is connected with the fact that precedent is a characteristic feature of the Anglo-Saxon legal system and is difficult to adapt to the conditions of our legal system. This has led to the deformation of this legal phenomenon in the system of sources of law.

In addition, judicial precedent is often identified with judicial practice, which is fundamentally wrong. Thus, S.I. Vilnyansky Judicial practice is understood to mean legal norms developed by courts in resolving specific similar cases and which are the result of uniform and repeated application of norms to relations that do not have an exhaustive definition or are not fully defined by the relevant laws. [16, p.75]

Although jurisprudence has traditionally been viewed as the entire business activity of the judiciary, today it seems necessary to move away from this understanding. Many lawyers today do not reject the possibility of recognizing judicial practice as a source of law. This point of view is shared by many practitioners. However, it would be illogical and incorrect to understand the consideration of issues of judicial practice as the judicial activity of courts or the application of the law in the consideration of specific civil cases.

Of course, these concepts are not identical. It seems that the very existence of the two terms already speaks of their different meanings. Substituting one concept for another has only a negative impact on the development of science.

It is necessary to express your opinion on the issue of the relationship between the above concepts. The difference between the concepts of "judicial precedent" and "judicial practice" is

as follows:

- ***firstly ,*** these concepts are used each in its own meaning, namely: judicial precedent is used in the singular, which means that it should be understood as an act of the court's activity that creates precedent rules that are mandatory for subsequent application when considering similar categories of civil cases; judicial practice should be understood as decisions of higher courts that establish rules and recommendations of a normative nature for the purpose of uniform application of procedural law;

- ***secondly,*** the concepts under study are used in different legal systems. The concept of "precedent" is more common in the Anglo-Saxon legal system, judicial practice is characterized to a greater extent by the civil law system, and the legal system of the Republic of Moldova has its own characteristics.

The Civil Procedure Code of the Republic of Moldova does not contain any indications regarding the possibility of recognizing a precedent or judicial practice as a source of law. However, the Resolution of the Supreme Court of the Republic of Moldova " On the application of civil procedural legislation when making a decision and ruling" No. 2 of 07.07.2008 establishes a rule according to which the court should take into account the decisions of the European Court of Human Rights, which interpret the provisions of the Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms applicable in a given case. [12]

The study of scientific opinions on judicial practice leads to objective conclusions. In their opinion, decisions of the highest judicial instances have in fact long since occupied the status of a source of law, the courts are guided by the decisions of these instances and use them as a source of law. However, this practice has not yet been legalized, since there is no single mechanism by which decisions of the highest judicial bodies could be referred to as a source of law.

Thus, "judicial practice" and "court decision" in our understanding have different terminological meanings and are not identical. Judicial practice is formed by judicial decisions that have entered into legal force on specific cases, but not their totality, but their generalization. However, it is impossible to deny the interrelation of these concepts. Court decisions that have entered into legal force affect the nature of judicial practice, and judicial practice in accordance with the concept of this study is mandatory when making decisions on specific cases.

Based on this, judicial practice, which is the result of the activities of the highest judicial bodies of states, contributes to the effective implementation of international law.

Judicial practice should be distinguished in a broad and narrow sense. In a broad sense, it is

the activity of courts at all levels of the judicial system, expressed in decisions taken by these bodies. In a narrower sense, it should be understood only as decisions of the highest judicial bodies of the state, including decisions taken to develop so-called legal norms.

In order to define judicial practice as a source of civil procedural law, one should adhere to the narrow meaning.

It is necessary to agree with D.P. Holiner , the European Court has held that the refusal of a national court to examine a clear and sufficient claim based on the Convention must be considered as a violation of the Convention. For example, the European Court referred to the judgment of the European Court of 9 December 1994 in the case of Giro Balani v. Spain. In this decision, the European Court held that the failure of the Supreme Court to examine the main grounds of appeal in its decision violated the right to a fair hearing in accordance with Article 6 of the Convention. [6, p.5]

A.P. Fokov quite rightly concludes that the decisions of the European Court serve as a special source and are a guide in everyday practice for legislative, judicial and other bodies of the member states of the Council of Europe, as well as other states. [4, p . 31] However, there is another scientific point of view on this issue. Thus, according to N.V. Vitruk, the decisions of the European Court of Human Rights are directed directly against the defendant state and only indirectly against the legislative, executive and judicial bodies and their employees. At the same time, with regard to the decisions of the European Court of Human Rights as a source of domestic legal acts, N.V. Vitruk believes that it is not the decisions of the European Court of Human Rights as an act of law enforcement that establish the fact of a violation of the Convention and determine the sanction in the form of compensation to the victim (of the offense), but the legal position of the courts contained in them, noting that the relevant decisions were made by the European Court of Human Rights. It is noted that the relevant decisions were made on this basis. [17, p. 237-238]

In light of the above, it can be concluded that the legal position of the European Court on civil proceedings has precedent value and that the decisions on civil proceedings adopted by the European Court in relation to the Republic of Moldova should be considered as a source of the Civil Procedure Code of the Republic of Moldova.

If we are talking about a ruling issued in relation to another state, then the court must also take such provisions into account in order to avoid violations that were previously the subject of consideration and in relation to which the legal positions of the European Court in relation to other states have already been formulated. In our opinion, the interpretation of the

Convention by the European Court of Human Rights contributes to the formation of European standards of justice, and not only judicial practice, but also national legislation must correspond to them. The Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms does not establish mutual obligations of the member states in relation to each other, but typical standards of behavior in ensuring the rights and freedoms guaranteed by it, that is, international standards. [13, p.5-8] In this regard, it should be said that the role of judicial practice in the legal system of the Republic of Moldova is increasing. When considering disputes, for example, those on which the European Court has previously ruled against the Republic of Moldova, the Court is guided by the Convention and decisions previously adopted by the European Court.

Moreover, it can be argued that modern law today is guided by the legal position of the European Court, and not by the norms of the Convention. According to experts, this is due to the fact that the Convention has been in force for more than 50 years. Being the quintessence of a modern declaration of rights, the provisions of the Convention could not provide precise answers to all questions related to the protection of human rights in Europe. Being an agreement concluded between the countries of Western Europe, it became a common document for the entire continent. However, this does not mean that the legal position on civil procedure contained in the decisions of the European Court of Human Rights, when it finds a violation of the norms of the Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms, automatically becomes the source of the Civil Procedure Code.

Under influence European standards procedural Legislation had to be reformed not only in the Republic of Moldova. Procedural reform has taken place in recent years in Great Britain, Italy, Portugal [10, p.80] , Germany, Latvia, Lithuania, Estonia, Armenia, Kazakhstan, Ukraine, etc. [15, p.149] .

The deepening of the interaction between international and national law is an objective law that reflects a more general one, namely the deepening of the interaction between domestic and global societies. In this regard, it is absolutely reasonable to optimize the role of governance instruments - states, international organizations and law - and the interaction of states with international and national law is especially important. [9, p.115]

One must agree with the scholars who have noted that human rights are the area in which the interaction of national and international law is most clearly manifested. [7, p.140]

Despite the positive trend in the development and interaction of domestic and international law, it is necessary to remember that the main task of the state is to improve domestic legislation, as well as compliance with and proper application of international agreements. The

European Court emerged in exceptional circumstances, when the judicial and legal systems of the member states were unable to independently ensure compliance with the European Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms.

In the context of the issue under study, I would like to give a positive example. legislation Ukraine. Source civil procedural law according to the Law of Ukraine of 23 February 2006 "On the execution of decisions and application of the practice of the European Court of Human Rights" are the Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms of 1950 and the protocols thereto, the consent to the binding nature of which was given by the Verkhovna Rada of Ukraine. Article 17 of the Law stipulates that the courts apply the Convention and the practice of the Court as a source of law when considering cases. [3, p.21-22]

Thus, it can be concluded that domestic legislation participating country Conventions objectively should comply with both the Convention itself and the positions of the European Court expressed in its judicial decisions.

On the one hand, the Convention is a more typical source of law, but the judicial authorities were told that the official interpretation of the Convention's provisions was entrusted to the European Court. In order to avoid abuse of the Convention's provisions, judges were reluctant to apply it, and only the most competent judges regularly referred to it in civil cases.

CONCLUSION

Thus, one of the main reasons for the non-application of the provisions of the Convention and decisions of the European Court is the existing legal consciousness of judges, formed according to the model of Romano-Germanic lawyers. The current situation with the sources of law does not correspond to the modern understanding of the sources of law. The consequences of this are very serious, since the sources of law are one of the fundamental topics of civil procedural law. Unresolved difficulties in this matter affect the effectiveness of international legal norms of civil proceedings, the civil procedural system and the administration of justice in civil cases.

The legal opinions of the European Court of Human Rights on civil procedure issues have precedent value, and the decisions of the European Court of Human Rights against the Republic of Moldova on civil procedure issues should be considered as a source of civil procedural law of the Republic of Moldova. The ECHR rulings in other countries contribute to the formation of European judicial standards, which must comply not only with judicial practice, but also with national legislation.

REFERENCES

1. Abdrashitova V. Decisions of the European Court of Human Rights in National Law Enforcement Practice // Russian Justice. 2007. No. 9.
2. Alisievich ES Legal Positions of the European Court of Human Rights in Russian Law Enforcement Practice // Current Issues of the State and Civil Society at the Current Stage: Materials of the International Scientific and Practical Conference, April 10-11, 2007. Part 6. Ufa, 2007.
3. Civil procedure of Ukraine / Yu.S. Chervony . Kyiv, 2006.
4. Fokov AP Property disputes in the practice of the European Court: history, theory and practice, statistics // Arbitration and civil procedure. 2003. No. 12.
5. Guk PA Judicial Precedent as a Source of Law: Dis. ... Cand. of Law. Sciences. Saratov, 2002.
6. Holiner D. Conducting Cases in Russian Courts with a View to Proceedings in Strasbourg // Appeal to the European Court of Human Rights. M., 2006.
7. Kabyshev VT, Khizhnyak VS Russian constitutionalism and international law // Generally recognized principles and norms of international law, international treaties in the practice of constitutional justice: materials of the All-Russian conference (Moscow, December 24, 2002) / edited by MA Mityukov , SV Kabyshev , VKM, 2004.
8. Krysin LP Explanatory Dictionary of Foreign Language Words. M., 1998.
9. Lukashuk II Interaction of international and domestic law in the context of globalization // Journal of Russian Law. 2002. No. 3 .
10. Neshataeva TN Comply with the requirements of European standards // Modern doctrine of civil, arbitration process and enforcement proceedings: theory and practice: collection of scientific articles. Krasnodar; St. Petersburg, 2004.
11. Procedural Law: Encyclopedic Dictionary / edited by TE Abova et al. M., 2003.
12. Resolution of the Supreme Court of Justice of the Republic of Moldova "On the Application of Civil Procedural Legislation in Making Decisions and Rulings" No. 2 of 07.07.2008 // Bulletin of the Supreme Court of Justice of the Republic of Moldova, 2010, No. 1
13. Stepin AB Concept and essence of international standards for the protection of private law // International public and private law. 2012. No. 1.
14. The Great Legal Encyclopedia. Moscow, 2005.
15. Verification of court decisions in civil proceedings of the EU and CIS countries / edited by EA Borisova. M., 2007.
16. Vilnyansky SI Lectures on Soviet Civil Law. Part 1. Kharkov, 1958.
17. Vitruk NV On the legal force of decisions of the European Court of Human Rights / Generally recognized principles and norms of international law, international treaties in the practice of constitutional justice: materials of the All-Russian conference. M., 2004.
18. Yastrzhembsky IA Modern Understanding of the Essence of Judicial Precedent // Lex Russica . Scientific Works of the Moscow State Law Academy. 2004. No. 1.

EXPLORING THE MOROCCAN POPULATION'S VIEWS AND AWARENESS OF ORGANIC FOOD

Soumaya ATOUIFE
Abdellah El HABAZI
Rekia BELAHSEN
Training and Research Unit on "Nutrition & Food Science", LABS, Faculty of Sciences, Chouaïb Doukkali University, El Jadida, Morocco

Abstract

In recent decades, shifts in food production and consumption patterns have emerged, impacting significantly the food system and having repercussions on both the environment and health. These changes are largely driven by an increased food production to meet the needs for food security and global population growth. This surge in production has, in turn, influenced people's eating habits, enhancing food availability and improving food security. All these changes are also causing negative environmental consequences such as the depletion of natural resources, deforestation, biodiversity loss, pollution, climate change, water scarcity, and air quality degradation, among others. At the same time, unsustainable food consumption exacerbates these imbalances in terms of both quantity and quality, intensifying the effects during and after the COVID-19 health crisis on human health and environmental sustainability. In this context, organic agriculture emerges as a promising alternative to promote sustainable food consumption. This paper aims to assess Moroccans' perception of organic agriculture through an online questionnaire, to which 423 participants responded.The results reports that 81.7% of survey respondents consumed organic foods for reasons mainly related to their benefits on health environment, 85.5% claimed the high cost as reason for not eating them. The study revealed also a confusion of organic products with local products in a large part of the participants (66.3%). In conclusion, Moroccan population perceives organic food superior to conventionally grown products in terms of quality or taste. However, the consumption of organic products is still modest or even low among the population. The data from this study indicate that although the development of organic agriculture is still insufficient in Morocco, it appears to be a promising approach for sustainable food consumption.

Key words: Organic food; local food; consumption; perception.

GENERATIONS OF EXILE: RESISTANCE AND THE RECONSTRUCTION OF IDENTITY IN SUSAN ABULHAWA'S *MORNINGS IN JENIN*

Ranjeeta ACHARYA
Department of English, Sharda University, India
Dr. Raf Raf Shakil ANSARI
Assistant Professor, Sharda University, India

Abstract

Susan Abulhawa's *Mornings in Jenin* is a powerful narrative that portrays generations of a Palestinian family, capturing the trauma of displacement and the struggle for identity and resistance. The book is not only about political histories but also about the personal history of each generation. While much of the existing research focuses on themes such as trauma, memory, and exile, the specific ways in which different generations experience and contribute to the construction of Palestinian identity remain underexplored. This paper addresses this critical gap by examining how generational perspectives shape the evolution of identity in the context of forced displacement and political resistance. Through a close textual analysis of three generations this study investigates how identity is not a static inheritance but a dynamic process influenced by personal memory, collective trauma, and socio-political conditions. By analyzing the characters through the lens of postcolonial theory and resistance theory, this paper highlights how identity is continuously negotiated across generations as an act of defiance against erasure. It highlights how the younger generation inherits not only trauma but also a resilient cultural memory that drives their resistance and reclaims their Palestinian identity. In doing so, this research contributes to a deeper understanding of how literature captures the complexities of generational identity formation under colonial violence and exile. In the end, it emphasizes the role of intergenerational narratives in preserving collective memory and shaping identity that resists displacement and affirms existence.

Keywords: Collective memory, displacement, erasure, exile, identity, Palestinian resistance, trauma

ROLE OF DIFFERENT SURFACTANTS (TX-100 AND TWEEN-80) IN ENHANCING THE SOLUBILITY OF ANTIBIOTIC DRUGS(LEVOFLOXACIN) FOR BETTER DRUG DELIVERY SYSTEM

Madiha ANWAR
Muhammad USMAN
Ali NAQI
Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad-38000, Pakistan

Abstract

This study investigates the role of two commonly used surfactants, Triton X-100 (TX-100) and Tween-80, in enhancing the solubility of the antibiotic drug levofloxacin, a broad-spectrum fluoroquinolone. Levofloxacin's poor water solubility limits its bioavailability and therapeutic efficacy, presenting a challenge for effective drug delivery. Surfactants like TX-100, a nonionic surfactant with an aromatic ether group, and Tween-80, a nonionic surfactant composed of a polyoxyethylene sorbitan ester, are known for their ability to improve drug solubility by reducing surface tension and forming micelles. In this study, the solubility of levofloxacin was analyzed in aqueous solutions of varying concentrations of TX-100 and Tween-80. The results demonstrated a significant increase in levofloxacin solubility with the addition of both surfactants, with Tween-80 showing a more pronounced effect at lower concentrations. The enhancement in solubility is attributed to the formation of micelles by the surfactants, which encapsulate the hydrophobic drug molecules, thereby increasing their aqueous solubility. This research highlights the potential of TX-100 and Tween-80 as solubilizing agents in pharmaceutical formulations, offering a promising approach to improving the bioavailability of levofloxacin. The findings suggest that surfactant-based strategies could be effectively employed to enhance the therapeutic efficacy of poorly soluble drugs.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF CONFORMABLE, NON-CONFORMABLE, RIEMANN-LIOUVILLE, AND CAPUTO FRACTIONAL DERIVATIVES

A. Ait BRAHIM
J. El GHORDAF
AMSC Laboratory, University of Sciences and Technology, Beni Mellal, Morocco
A. El HAJAJI
OEE Departement, ENCGJ, University of Chouaib Doukali, El jadida, Morocco
K. HILAL
AMSC Laboratory, University of Sciences and Technology, Beni Mellal, Morocco
J. E.N´apoles VALDES
FACENA Laboratory Universidad Nacional del Nordeste, (3400) Corrientes, Argentina

Abstract

This study undertakes a comparative analysis of the non conformable and conformable fractional derivatives alongside the Riemann-Liouville and Caputo fractional derivatives. It examines their efficacy in solving fractional ordinary differential equations and explores their applications in physics through numerical simulations. The findings suggest that the conformable fractional derivative emerges as a promising substitute for the non conformable, Riemann-Liouville and Ca-puto fractional derivatives within the range of order α where $1/2 < \alpha < 1$.

Key Words and Phrases: Conformbale fractional derivative, non-conformable fractional deriva-tive, Riemann-Liouville, Caputo fractional derivatives

REFERENCES

[1] A. Ait Brahim, A. El Hajaji, K. Hilal , J. El Ghordaf ”On a novel fractional calculus and its applications to well-known problems” European journal of pure and applied mathematics, April 2024. DOI: https://doi.org/10.29020/nybg.ejpam.v17i2.5159.
[2] T. Abdeljawad, Dualities in fractional difference calculus within Riemann, Advances in difference equations, (2013).
[3] T. Abdeljawad, On conformable fractional calculus, Journal of computational and applied mathematics 279 (2015), 57-66.
[4] A. A. Abdelhakim, The Flaw in the conformable calculus: It is conformable because it is not fractional, Fract. Calc. Appl. Anal., Vol. 22 No2, (2019), 242-254.
[5] M. Al-Refai, T. Abdeljawad, Fundamental results of conformable Sturm-Liouville eigenvalue prob-lem, J. Complexity 2017 (4), 1-7.
[6] D.R. Anderson, D.J. Ulness, Newly defined conformable derivatives, Adv. Dy. Syst. Appl. 2015, 10(02), 109-137.
[7] F. M. Atici, P. W. Eloe, Initial value problems, Proceeding of the American Mathematical Society 137 (2009), 981-988.
[8] N. Benkhettou, S. Hassani, D.F.M. Torres, A conformable fractional calculus on arbitrary time scales, Journal of King Saud University 28(1) (2016), 93-98.
[9] E. A. Coddington, An introduction to ordinary differential equations, Englewood Cliffs, NJ: Printice Hall 1961; New-York Dover 1989.
[10] J. Villacis , M. Vivas-Cortez, Khalil Conformable fractional derivative and its applications to population growth and body cooling models. Selecciones Matematicas. 2022;9(1):44–52. http://dx.doi.org/10.17268/sel. mat.2022.01.04.

SLEEPLESS SHADOWS: A CASE-BASED REVIEW ON THE IMPACT OF SLEEP DISORDERS ON ENDOCRINE AND METABOLIC HEALTH

Mohmadfaizan MANSURI
Graduate M.D, David Tvildiani Medical University, Tbilisi, Georgia
ORCID ID: 0009-0002-7188-3042
Faazil MANSURI
Medical Student, David Tvildiani Medical University, Tbilisi, Georgia
ORCID ID: 0009-0008-6732-7215

Abstract

Sleep disorders, such as obstructive sleep apnea (OSA) and insomnia, have increasingly been recognized for their negative impacts on endocrine function and metabolism. In this overview, the interassociation between disruption of sleep and several disruptions of endocrine function, with emphasis on the metabolic condition's obesity, type 2 diabetes, and thyroid disorders, is discussed. Sleep deprivation and OSA have also been shown to induce insulin resistance, dyslipidemia, and hypercortisolemia, putting one at increased risk for metabolic syndrome. The mechanisms underlying how sleep disturbance exacerbates metabolic dysregulation are highlighted in this article, including a review of clinical case studies and the possibility of reversing the effect through treatment. A clinical case study of a 45-year-old man who has OSA-induced insulin resistance shows the profound metabolic impact of sleep disorders.

Keywords: metabolic dysfunctions, obstructive sleep apnea, circadian rhythm, endocrine disruption, hormonal imbalance, cortisol dysregulation

NITRATE ION (NO3-) LEVELS IN FRUITS AND VEGETABLES IN THE CITIES OF PRISHTINA AND GRAÇANICA WERE MEASURED USING THE "GREEN TEST ECO 5 F -ANMEZ" EQUIPMENT

Prof. Assoc. Dr. Skender DEMAKU
University of Prishtina
MSc. Arbnorë ALIU
University of Prishtina
MSc. Donika SYLEJMANI
University of Prishtina
MSc. Bahrije DOBRA
Arditë KARAXHA

Abstract

This study uses the "Green Test ECO 5 F-ANMEZ" instrument to measure the amount of nitrate ions (NO3-) in fruits and vegetables in Kosovo cities including Prishtina and Gracanica. In order to assess physical and chemical characteristics, such as pH, sugar content, and nitrate levels, in ten distinct plant products, the monitoring was conducted for approximately a month at six sampling locations at nearby marketplaces and warehouses. The purpose of our study is to assess how storage conditions affect the physico-chemical and organoleptic characteristics of fruits and vegetables. With the exception of a few instances of high nitrate levels in fruits like melons and other vegetables, our data demonstrated that nitrate concentrations in the majority of samples were within the allowed limits.

Additionally, by tracking changes in pH, sugar content, and structure over time, our study assessed how refrigeration affected the way fruits and vegetables were stored. Overall, our research indicates that the majority of products satisfy WHO-established local and worldwide quality criteria, and that handling and storage practices are critical to preserving the safety and quality of these agricultural products.

Keywords: refrigeration, pH, nitrate concentration, nitrate ions, fruits and vegetables, Prishtina, Gracanica, Green Test ECO 5 F-ANMEZ, and food quality requirements.

CURRENT TRENDS IN SCIENTIFIC RESEARCH ON COUNTERING ILLEGAL SEIZURE OF VEHICLES COMMITTED BY YOUNG PEOPLE

Denis CHEKIN
PhD student in Law «National Scientific Center «Hon. Prof. M.S. Bokarius Forensic Science Institute», Ukraine
ORCID: 0000-0002-9893-1588

ABSTRACT

Illicit seizure of vehicles remains one of the most hazardous criminal offenses and is a serious problem that negatively affects public safety, the country's economic state, and results in significant material losses for owners and legal entities. In the context of aggressive actions by the Russian Federation, this problem has become even more pressing, as it has also led to an increase in the activity of criminally-minded young individuals in committing illicit seizure of vehicles. Young individuals increasingly use modern technologies and conspiracy methods during the preparation or commission of this type of crime, which complicates their prevention, detection, and detention by operational units.

The problematic issues of countering operational units' illicit seizure of vehicles were the subject of research in various fields of legal sciences. S.O. Pavlenko rightly expressed the scientific position that a thorough analysis of the scientific achievements of domestic and foreign scholars from different historical periods is the main condition for any scientific research. Such an analysis will provide an opportunity to identify the most significant of them, which became the theoretical basis for the research subject, on the one hand, and to focus on the problematic aspects that remained outside the scope of the predecessors' research, in the context of socio-economic, political, normative-legal, criminogenic, and other factors - on the other hand.(Pavlenko S.O., 2018).

In his research, S.E. Petrov examined the problematic issues of detecting and disclosing illicit seizure of vehicles, the peculiarities of using sources of operational information to establish individuals involved in the theft of vehicles, and the problems of their legalization. Based on the results of the research and their generalization, he came to the conclusion that employees of operational units, based on operational-search information, should establish and verify the involvement in the legalization of individuals who: 1) systematically commit theft of vehicles, as well as forge necessary documents for vehicles; 2) hide stolen vehicles in rented garages (hangars) for further sale or legalization; 3) systematically replace the numbers of vehicle components and aggregates, reprogram the software of modern vehicles; 4) sell legalized vehicles on the automotive market, in car showrooms, on the Internet; 5) engage in

the dismantling of vehicles or accept and hand over their parts for scrap metal; 6) transport vehicles from abroad on order; 7) were previously involved in the commission of illicit seizure of vehicles, forgery of documents for vehicles, etc.; 8) employees of notary offices who, in violation of the law, issue general powers of attorney for the disposal of vehicles. **(**Drozd V.Yu. Chaplinsky K.O., 2018, Petrov S.E.,2010)**.**

The scientist D.B. Strelecheko, who defined the actions for the preparation of unlawful seizure of vehicles, determined that in some cases, during the commission of robbery attacks on drivers, information about the vehicle, the nature of its cargo, and the route of passage may be transmitted to members of an organized crime group (Strelecheko D.V.,2008) among whom may be young individuals.

The results of V.V. Emelyanenko's dissertation research include the improvement of the scientific position, according to which the violent seizure of someone else's vehicle should be considered completed not from the moment of application of violence, but from the moment when the perpetrator committed the unlawful seizure of the vehicle (Emelyanov V.V.. 2009) and gained control over it.

In his research, Yu.F. Ivanov carried out an in-depth analysis of the causes and conditions that determine the commission of the crimes under study and attempted to develop theoretical and practical proposals for the prevention of criminal encroachments on property, the object of which is vehicles, in market conditions, (Drozd V.Yu. Chaplinsky K.O. 2018 .Ivaniv Yu.F.1999) which can be applied during the implementation of preventive measures to prevent the preparation and commission of crimes of illicit seizure of vehicles by young individuals.

In the study of crime among young people and its prevention, N.V. Yanitskaya highlighted a range of issues related to the problems of countering group mercenary-violent crime among young people. She argued that crime is becoming increasingly organized in Ukraine. She noted changes in the criminological characteristics and structure of criminal groups and reasonably argued that the most common crimes with a mercenary-violent orientation are robbery, extortion, murder with mercenary motives. The scientist separately highlighted that such crimes were committed by two age groups of criminals: 14-17 and 18-28 years old. At the same time, she noted that group mercenary-violent crime among young people is characterized by a high level of corporatism, the presence of leaders who plan the group's activities, a strict internal group hierarchy, a clear division of roles and functions among group members, and the conspiracy of criminal activity.(Yanitska N.V.2000).

It is also necessary to support Professor S.F. Denysov, who, researching the issues of prevention among young people's crime, as an object of criminological research, substantiated the allocation of such crime as an independent object of criminological research. The author notes that there is a scientific and practical need to identify youth crime as a specific object of attention of specialists. The main task of such preventive activity should be the creation of a database of criminological information about the crime of young people (in particular, the determinants of criminal behavior, the consequences of committing crimes, etc.). On this basis, all interested parties should develop, substantiate, and implement the main measures for the prevention of crime with different categories of young people. Preventive measures should be introduced taking into account the specific category, namely the criminally active part of young people aged 18-29 years.(Denysov S.F.2010). However, according to our scientific position, following paragraph 17 of Article 1 of the Law of Ukraine On the Basic Principles of Youth Policy, (Law of Ukraine On the Basic Principles of Youth Policy.2025) young people are individuals aged 14 to 35 who are citizens of Ukraine, foreigners, and stateless persons who are in Ukraine on legal grounds. Therefore, it would be necessary to define the criminally active part of young people not from 18 to 29 years old, as S.F. Denysov believes, but from 14 to 35 years old. As statistical data show, the illicit seizure of vehicles is much less frequently committed by minors from 14 to 18 years old (14.2% of the total number of individuals who committed such crimes), and at the age of 18 to 35 years old, which accounts for an average of 72.3% of the number of individuals we studied who committed such a crime.

The results of our research show that young people are increasingly involved in the preparation and commission of crimes related to the illicit seizure of vehicles, which requires active actions and positive results from the state and law enforcement agencies.

Our results of modern trends in scientific research on countering the illicit seizure of vehicles committed by young people shows that the previously mentioned topic has not been studied. Based on the results of the research, we identified promising areas for further scientific developments in the field of countering the illicit seizure of vehicles committed by young people, namely: 1) the development of new and improvement of existing methods of countering operational units regarding the illicit seizure of vehicles; 2) the development and implementation of an effective system for the prevention and prevention of the illicit seizure of vehicles among young people; 3) the improvement of existing legislative and regulatory acts, as well as departmental orders of the National Police of Ukraine, which regulate the issues of countering the illicit seizure of vehicles.

References

Pavlenko S.O. (2018) Analysis of the current state of scientific research on the problems of operational-investigative tactics / S.O. Pavlenko // Scientific Herald of the National Academy of Internal Affairs. 2018. No. 2 (107). P. 105-122.

Drozd V.Yu. Chaplinsky K.O. (2018) Methodology of investigation of thefts from vehicles: problems of theory and practice: monograph.Odessa: Publishing House. Yuridika, 2023. 306 p.

5.Petrov S.E.(2010) Investigation of illegal seizure of vehicles: author's abstract of the dissertation for the degree of candidate of jurisprudence: 12.00.09. Kyiv, 2010. 19 p.

Strelecheko D.V.(2008) Fundamentals of detection and investigation of illegal seizure of vehicles committed by organized crime groups: author's abstract of the dissertation for the degree of candidate of jurisprudence: specialty 12.00.09 "Criminal process and criminology; forensic examination".Odessa, 2008.20 p.

Emelyanov V.V. (2009) Criminal responsibility for the illegal seizure of a vehicle: author's abstract of the dissertation for the degree of candidate of jurisprudence: specialty 12.00.08 Criminal law and criminology; penal law.- Kharkiv, 2009. 16 p.

Ivaniv Yu.F.(1999) Combating criminal encroachments on property, the object of which are vehicles (criminal-legal and criminological aspects): author's abstract of the dissertation for the degree of candidate of jurisprudence: 12.00.08. Kyiv. 1999.18 p.

Yanitska N.V. (2000) Group mercenary-violent crime of youth and its prevention: author's abstract of the dissertation for the degree of candidate of jurisprudence: 12.00.08 Criminal law and criminology; penal law.Kyiv, 2000. 19 p.

Denysov S.F.(2010) Prevention of juvenile delinquency as an object of criminological research. State and Regions. Series "Law. 2010. No. 2. P. 65-69.

.Law of Ukraine On the Basic Principles of Youth Policy. dated December 22, 2025. Information of the Verkhovna Rada of Ukraine. 025. No. 52. Art. 1414.

CORRUPTION IN THE ECOLOGICAL SECTOR: CAUSES, CONSEQUENCES AND COUNTERMEASURES

Vadym BABAKIN, Doctor of Law, associate professor
National University of Civil Defence of Ukraine, Cherkasy, Ukraine
ORCID: 0000-0002-7157-0241

ABSTRACT

Corruption is one of the most acute problems of modern society, which negatively affects all spheres of state activity, including the state of the environment. Illegal use of natural resources, failure to comply with environmental norms and standards, as well as evasion of responsibility for the destruction or damage caused to the environment are direct consequences of committing corrupt acts. Such a situation leads to a deterioration of the environmental situation or to an ecological disaster, an increase in the level of pollution, degradation of ecosystems. irrational use of natural resources and harms people's health. In addition, corruption undermines the effectiveness of state institutions responsible for environmental protection and reduces public trust in them. Given the scale and complexity of the problem under study, finding ways to minimize the impact of corruption on the state of the environment is an extremely urgent task.

One of the main reasons for corruption in the environmental sphere is the imperfection of the legislative framework, insufficient control over compliance with environmental standards, the absence of clear rules and sanctions for their violation, which creates favorable conditions for committing corrupt acts. As a result, key sectors of the economy, such as healthcare, education, social services, etc., suffer.

Corruption is a cancerous tumor of social development, which slows down and destroys it, which must be recognized at all levels of management: macro-, meso- and at the citizen level. The driving forces of social development are based on objective contradictions, which can be positive, formative and negative, destructive. The positive nature of the driving forces operates according to the scheme: contradictions - risks - mechanisms - risk management - new (smaller contradictions). The phenomenon of corruption is a consequence of the functioning of the negative nature of the driving forces, which operates according to a different scheme: contradictions - risks - problems - crises - antagonisms - social revolutions - new (even more complex contradictions) [1, p. 99]. The latter can transform into a more catastrophic state for our country, which may completely destroy the state mechanism.

Our scientific position requires working out a solution to develop a comprehensive strategy for combating corruption in the environmental sphere, which would include strengthening control over compliance with the environmental legislation of Ukraine, increasing the principles of openness, transparency and accountability in the work of relevant bodies, as well as active involvement of the public in the decision-making process. Only under the condition of consolidating the efforts of the state and society is it possible to achieve positive changes in combating corruption and ensuring sustainable environmental development.

References

1. Prevention and combating corruption: a textbook / edited by Prof. Mykhnenko A.M. // A.M. Mykhnenko, O.V. Rusnak, A.M. Mudrov, S.O. Kravchenko and others. 3rd ed., add. I revised. K.: NADU.2012. 529 p.

VULNERABILITY OF RURAL AND URBAN AREA TO CLIMATE CHANGE AND ITS IMPACT AND POSSIBLE ADAPTATION STRATEGIES

OBANIYI Kayode Samuel, AWOTUNDE Gbemisola Janet
IKECHUCKU Chike, OGUNDELE Abisola
Agricultural Extension and Rural Development Programme, Landmark University, Omu-Aran
Landmark University SDG ;13

Abstract

This article review will explore different differentiation between rural and Urban area uniqueness in terms of the vulnerability and resilience thereby projecting possible solutions to their peculiar problems. Some of the uniqueness and effects of climate change covered in this review, and which are peculiar to rural area are destruction of agricultural calendar thereby causing food insecurity in the rural economy; scarcity of water caused by drought which has rendered many farmers to live below poverty line; scarcity of pasture to feed the animals which has resulted to death of animals and consequently aggravated hunger and poverty.

Furthermore, the article also further emphasizes the impacts of the climate change in urban area. Some of the area explores includes the heat waves in the urban area and poor air quality as a result of climate change 'flooding which hasled to loss of lives and has caused social disarray and instability; and property and infract rural destructions and damages on electricity and building's roof displacement. The adaptation and mitigating strategies to reduce or terminate the effects of climate change in the rural area include provision of effective system of warning incase of sudden change in climate variability

Keywords: climate change , rural, urban, Adaptation Strategies

IMPACT OF MOCK EXAMINATION ON ATTITUDE AND ACHIEVEMENT OF GEOGRAPHY STUDENTS IN SENIOR SECONDARY CERTIFICATE EXAMINATION IN CHRISTIAN MISSIONARY SCHOOLS IN PLATEAU STATE, NIGERIA

Hannah Nathaniel SHAMLE
Deshi Shuwanshik SENDET
Hulda Maxwell DAVWET
Department of Science and Technology Education University of Jos, Jos. Nigeria

ABSTRACT

The aim of this research is to ascertain the effect of mock examination on students' performance in geography at the Senior School Certificate Examination in Shendam Local Government Area, Plateau State, Nigeria. The study stated four objectives, raised and answered four research questions and formulated four hypotheses that were tested at 0.05 level of significance. The study employed ex-post facto research design. Purposive sampling technique and proportionate stratified sampling technique were used to draw the sample of five Christian Missionary secondary schools, five teachers and 200 Senior Secondary III geography students. The validated instruments used for data collection were Students' Mock and SSCE Result Sheets, Students' Questionnaire on Mock Examination (SQME) and Teachers' Questionnaire on Mock Examination (TQME). Construct validity of the questionnaires were ensured through factor analysis while the reliability was through Cronbach's Alpha with a reliability coefficient of approximately 0.80 was obtained for the questionnaires. The findings revealed that students perform better in the SSCE than in the mock examinations, with notable reductions in the percentage of students getting failing grades (F9) and corresponding increases in higher grade categories. The findings also indicated that the most students had positive attitude towards the Mock examination and viewed that it helped to put them in external examination condition and made them put more effort in their studies as they saw SSCE as a second chance provided to remedy the failures in the Mock result. It was also revealed that teachers show positive attitudes towards preparation and conduct of Mock examinations. In conclusion, mock examinations serve as an effective preparatory tool for students, allowing them to identify weaknesses and improve their performance before the final SSCE. It was also concluded that both teachers and students had positive attitudes towards Mock examination.

The study recommended that the Ministry of Education in conjunction with the Federal and State Governments should make it a policy for all schools to organize and conduct Mock Examinations before the external examinations. It was also recommended that all schools are to use highly standardized questions for the mock examinations such that students will be placed in examination conditions that will be the replica of the SSCE they are to write.

Key Words: Mock Examination, Students Achievement, Geography Students, Senior Secondary Certificate Examination (SSCE), Christian Missionary Schools

ENVIRONMENT FRIENDLY MODIFICATIONS AND LOCAL DYEING OF GREY COTTON FABRICS USING FUNGAL CELLULCES

Bashir U. G.
Jigawa State College of Remedial and Advanced Studies (JICORAS), Babura.
Gumel S. M.
Department of Pure and Applied Chemistry, College of Natural and Pharmaceutical Sciences, Bayero University Kano.
Umar A.
Chemistry Department, Faculty of Applied Sciences, Sule Lamido University Kafin Hausa, Jigawa State. Nigeria
Auwal A. S.
Department of Pure and Applied Chemistry, College of Natural and Pharmaceutical Sciences, Bayero University Kano.

ABSTRACT

Local dyeing of Grey cotton fabric has been the major cause of environmental pollution due to the large amount of dyes wastage away as effluents. When different dye classes are used in the dyeing process, the fabrics suffers the problems of wash and light fastness. To minimize these problems and wastage and increase the substantivity of cotton fabric for different dye classes is to modify the fabric by creating a positive charge on the fabric that can easily attract anionic charge of the dyes. However, modification using chemical cationic agents discharge toxic non-biodegradable substances that pollute the environment as effluent. In this study, Environment friendly cellulases was used to remove the staple fibers so as to improve the surface smoothness, hand feel and the dye uptake. Hand feel test confirmed the Surface smoothness and softness evident by moisture absorption and dye uptake. Vat, Reactive and Direct dyes were applied to cotton using exhaust method. UV-visible spectrophotometric analysis of the dye liquor before and after dyeing revealed that, dyeing withy C.I. Vat yellow 28 gave overall excellent dyeing properties than Reactive and Direct dyes which are better than unmodified fabrics dyed with same dyes. Whereas enzyme- mediated vat dyeing shows better dyeing results of comparable uptake. The fastness properties of the fabrics were excellent for both vat, Reactive and Direct dyeing compared to unmodified fabrics and unconventional dyeing. Thus, enzyme-mediated dyeing shows comparable fastness properties to conventional dyeing of enzyme modified fabrics. Hence, the use environment friendly modifier (Cellulace) of natural origin is cost effective and hold promise to the environment.

Key Words: Grey Cotton Fabric, Fungal Cellulaces, Local Dyeing, Vat Dye and Reactive Dyes

IMPACT OF CRIME AND DEVIANT SOCIALIZATION ON THE BEHAVIOR OF JUVENILE OFFENDERS: A CASE STUDY AT THE UNIVERSITY OF ANNABA, ALGERIA

Sahraoui AMARA
Crime and delinquency Laboratory Baji Mukhtar Annaba University Algeria

Abstract

The institutions of socialization, such as family, schools, religious organizations, and peer groups, play a critical role in shaping the personality and development of juveniles in any society. These institutions are responsible for imparting values, norms, and moral systems that guide the juvenile's behavior, ensuring that they grow into well-adjusted individuals who adhere to the rules of social control and meet the expectations of their community. By embedding societal values into a juvenile's personality, these institutions help cultivate a sense of belonging and responsibility, which forms the foundation for healthy social relationships and supports the functioning of the broader social system.

The primary goal of these socialization institutions is to safeguard the juvenile from external influences that could push them toward criminal behavior or delinquency. By providing moral guidance, emotional support, and structured environments, they aim to immunize young individuals against the appeal of deviant behavior, crime, and antisocial tendencies. Effective socialization helps juveniles resist negative social stimuli, such as peer pressure, poverty, or exposure to violence, which are often contributing factors to involvement in delinquency. However, when these institutions fail or are absent, juveniles may lack the necessary social and emotional tools to navigate societal expectations, increasing their vulnerability to crime and deviant behavior. Thus, strong and supportive socialization institutions are essential in promoting lawful, responsible behavior among juveniles and preventing them from entering the world of crime and delinquency.

Keywords: Socialization, Deviant behavior, Juveniles.

AI AND THE FUTURE OF INDUSTRY: FROM AUTOMATION TO INTELLIGENT DECISION-MAKING

A. BECHCHAR
FST de Tanger Université Abdelmalek Essaâdi
ORCID: 0000-0003-3285-2040
A. SOULHI
Ecole Nationale Supérieur de Mines de Rabat
ORCID: 0000-0003-1904-513X ID
O. AKOURRI
FST de Tanger Université Abdelmalek Essaâdi

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is profoundly transforming the industrial sector by enhancing production, quality control, and process optimization. This revolution is driven by the increasing availability of data, greater computational power, and significant mathematical advancements. Despite rapid adoption—70% of industrial companies have already implemented AI—several challenges hinder its expansion, including a lack of skilled talent, integration issues with existing systems, and high costs.

Deep learning plays a crucial role in resolving industrial problems by leveraging historical data to predict failures and optimize quality assurance. In predictive maintenance, AI models analyze sensor data and historical failure records to detect early signs of anomalies, allowing companies to anticipate breakdowns and reduce unplanned downtime. Techniques such as LSTMs, autoencoders, and transformers enable accurate failure prediction and real-time monitoring of industrial equipment.

Similarly, in quality inspection, deep learning models such as CNNs, YOLO, and Vision Transformers process large datasets of historical defects to improve defect detection accuracy. By learning from past manufacturing errors, AI-driven vision systems enhance automated defect classification, anomaly detection, and process optimization, ensuring continuous quality improvement.

To successfully implement AI-driven maintenance and quality solutions, companies must adopt a data-driven approach, integrate AI into existing workflows, and collaborate with technological and academic partners. The future of industrial AI is heading toward self-optimizing production lines, real-time predictive analytics, and enhanced human-AI collaboration, leading to more reliable and efficient industrial processes.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Industry 4.0, Smart Manufacturing, Industrial Automation, Digital Transformation. Deep learning

EPIDEMIOLOGICAL, CLINICAL AND EVOLUTIONARY PROFILE OF DIABETIC KETOACIDOSIS IN CHILDREN

Meriem. AMANI
Saliha. BENABDI
Dalila. BOUMENDIL
EHS CANASTEL
University Oran 1,Faculty of medicine

Introduction

Diabetic ketoacidosis (DKA) is an acute complication of diabetes mellitus, particularly common in children. It is often inaugural. It can be life-threatening if not treated rapidly and appropriately. The aim of this study is to analyze the epidemiological, clinical and evolutionary profile of pediatric DKA in order to optimize its management.

Materials and methods

This is a retrospective ,descriptive and analytical study conducted over a 16-month period from September 2023 to December 2024 in the medical emergency department of the Boukhroufa Abdelkader ,Oran hospital specialized in pediatrics. All children under 16 years of age admitted for DKA were included. Clinical, biological and evolutionary data from children hospitalized for DKA were collected and analyzed using SPSS version 20 software. Study objective: To analyze the epidemiological, clinical and evolutionary profile of diabetic ketoacidosis in children in order to identify risk factors, assess complications and improve management to reduce associated morbidity and mortality.

Results

A total of 25 children were included in this study, admitted for DKA, with a 64% male predominance and a mean age of 104 months. In 48% of cases, DKA revealed inaugural diabetes. The main precipitating factors were ENT infection in 40% of cases, non-adherence to treatment in 20%, urinary tract infection in 16%, gastroenteritis in 4%, and no precipitating factor in 16% of cases. Clinically, the reason for consultation was vomiting in 28% of patients, respiratory distress in 24%, a pseudosurgical abdominal picture in 16%, disturbed consciousness in 16% and polyuro-polydypsic syndrome in 12%. 80% of patients showed signs of dehydration, 64% kusmul dyspnea and 12% comas. Biologically, blood glucose levels above 5 were found in 72% of DKA. Glycosuria on admission was +++ in 48% of cases, and ++++ in 32% of cases. 92% of cases progressed well with treatment, but 16% were admitted to intensive care, with 1 death. The average length of stay was between 3 and 5 days.

Conclusion

DKA remains a major challenge in pediatrics, requiring early and rigorous management. Analysis of the epidemiological, clinical and evolutionary parameters will enable us to identify the main risk factors, assess associated complications and improve strategies for the prevention and management of DKA in children

SOIL FERTILITY AND AGRO-PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF MAISE (ZEA-MAYS) IRRIGATED BY TREATED DOMESTIC WASTEWATER BY TRICKLING FILTER TECHNOLOGY

Ahmed OSMANE
Laboratory of Organic Chemistry and Physical Chemistry (Fundamental and Applied Chemistry)Faculty of Sciences, Agadir University Ibn Zohr
Laboratory of Biomolecular and Medicinal Chemistry, Faculty of Science Semlalia, University Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco
Khadija ZIDAN
National Center for Studies and Research on Water and Energy (CNEREE), Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco.
Laboratory of Water, Biodiversity and Climate Change, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco
Moustapha BELMOUDEN
Laboratory of Organic Chemistry and Physical Chemistry (Fundamental and Applied Chemistry)Faculty of Sciences, Agadir University Ibn Zohr

Abstract

The aim of this work was to investigate the effect of treated wastewater irrigation on the physiological and agronomic properties of *Zea mays*. An experimental reuse study was performed using raw (RWW) and treated urban wastewater (TWW) by Trickling Filter (TF) process to irrigate maize *(Zea mays)* in comparison to well water (WW) as a control over a period of 5 months. The water quality was determined for irrigation based on sodium adsorption ratio (SAR), sodium percentage (Na %) and residual sodium carbonate (RSC) indicating that all treatments were suitable for irrigation purposes. In this study, we also assessed the agro-physiological and biochemical proprieties of the crops. Hence, the highest productivity of maize and leaf area were obtained in response to irrigation with RWW and TWW compared to WW; while macro-elements (TP, TKN, and K) were also affected in maize irrigated with RWW compared to TWW and WW. However, the plants irrigated with well water accumulate more Ca, Na, and Mg than those irrigated with RWW and TWW. All the crops irrigated with three water treatments showed a relatively similar concentration of micro-nutriments. The prevalence of total chlorophyll content in the plants increased with well water irrigation. Nevertheless, the biochemical parameters (protein and sugar content) were adversely affected in maize irrigated with RWW as compared to TWW and WW. Moreover, the use of treated urban wastewater improves the physicochemical properties and fertility of the soil compared to well water and enhances crop productivity.

Keywords: *Zea mays;* irrigation; treated wastewater reuse; physiological proprieties; agronomic properties ; Trickling Filter.

1 . Introduction

Water resources have been declining in recent decades due to increasingly challenging environmental conditions. Arid and semi-arid regions, characterized by erratic rainfall patterns, frequent droughts, and other environmental stressors, have experienced an increasein water demand. This increase is particularly noteworthy given the seemingly anomalous phenomenon of urban irrigation in an area known for its arid expanses. At the same time, water stress has been exacerbated by the expansion of agricultural and industrial efforts to meet the demands of a growing world population [1]. In order to further improve the qualityof life in the city, more water resources need to be made available for the irrigation of green spaces. Municipal wastewater can be an attractive alternative source of irrigation for citiesthat is less costly than pumping groundwater. The recovery and reuse of wastewater is usuallydescribed in terms of standards published or proposed by regional authorities or international organizations. To meet these standards, wastewater must be treated before it can be used for irrigation. Treating wastewater has also helped make cities in the developing world safer and more resilient. Through physical, chemical, or biological processes, wastewater treatment plants concentrate the pollutants in wastewater in the form of residues called sludge that canbe used in agriculture. They also discharge treated water that meets specific standards and canbe reused for irrigation and industrial purposes. Treatment processes include trickling filters, natural/aerated lagoons, biological discs, activated sludge, and multi-soil-layering systems [2-3].

For wastewater managers, prediction can be a useful approach. It is used to understand the relationships between input and output variables and to predict a given output. Multiple linear regression (MLR) has many advantages, including mathematical simplicity, the ability to estimate input variable coefficients, and the ability to determine how they affect output variable variation [4]. Therefore, by using the MLR model to predict the coliform content in the output of the BB system, we can not only monitor the performance of the BB system, but also address the complex relationships between multiple variables within the BB system. This approach can improve the overall treatment efficiency of the system. It will also allow us to predict the coliform content of the BB effluent, which can potentially be reused for agricultural irrigation purposes. The city of Imintanout (Morocco) suffers from water scarcity.This is due to its location in a desert environment with an arid climate. This has led the authorities to focus on wastewater treatment, as it offers the double benefit of protecting groundwater resources and creating a new source of water, i.e. treated wastewater that can be reused in agriculture.

The objectives of this work are to: 1) evaluate the treatment efficiency and behavior of a full-scale BB plant in removing organic matter, nutrients, and fecal bacteria; 2) investigate the effect of seasonality on BB performance in an arid climate using Principal Component Analysis (PCA); 3) predict the fecal coliform concentration in BB effluent using the Multiple Linear Regression (MLR) technique and identify the relevant factors that can more accurately predict fecal coliform output in the BB system.

2. Material and methods

2.1. Description of the hybrid trickling filter plan

The current wastewater treatment plant is in operation since 2018. It serves the municipality of Imintanout (Morocco) with a population of 31,000. It is composed of a preliminarytreatment consisting of a coarse screen followed by a fine screen and then two corridor grit chambers. The primary treatment consists of three primary circular decanters with radial flow and sludge removal via a scraper bridge. The biological treatment consists of two circular bacterial bed (BB) equipped with a rotary distributor. The full-scale BBs are identical in size (13 m x 2 m) and are filled with a random type of plastic media with a specific surface area of90 m^2 and a void ratio of 95%. Two secondary circular and radial flow decanters have also been designed. The sludge is stabilized in three upper cylindrical digesters. These are coupled to a truncated conical lower section. The sludge is dewatered in twelve drying beds with atotal surface area of 1100 m^2. The WWTP was continuously fed with 1720 m^3/day of HLR. Figure 1 shows the layout of the WWTP.

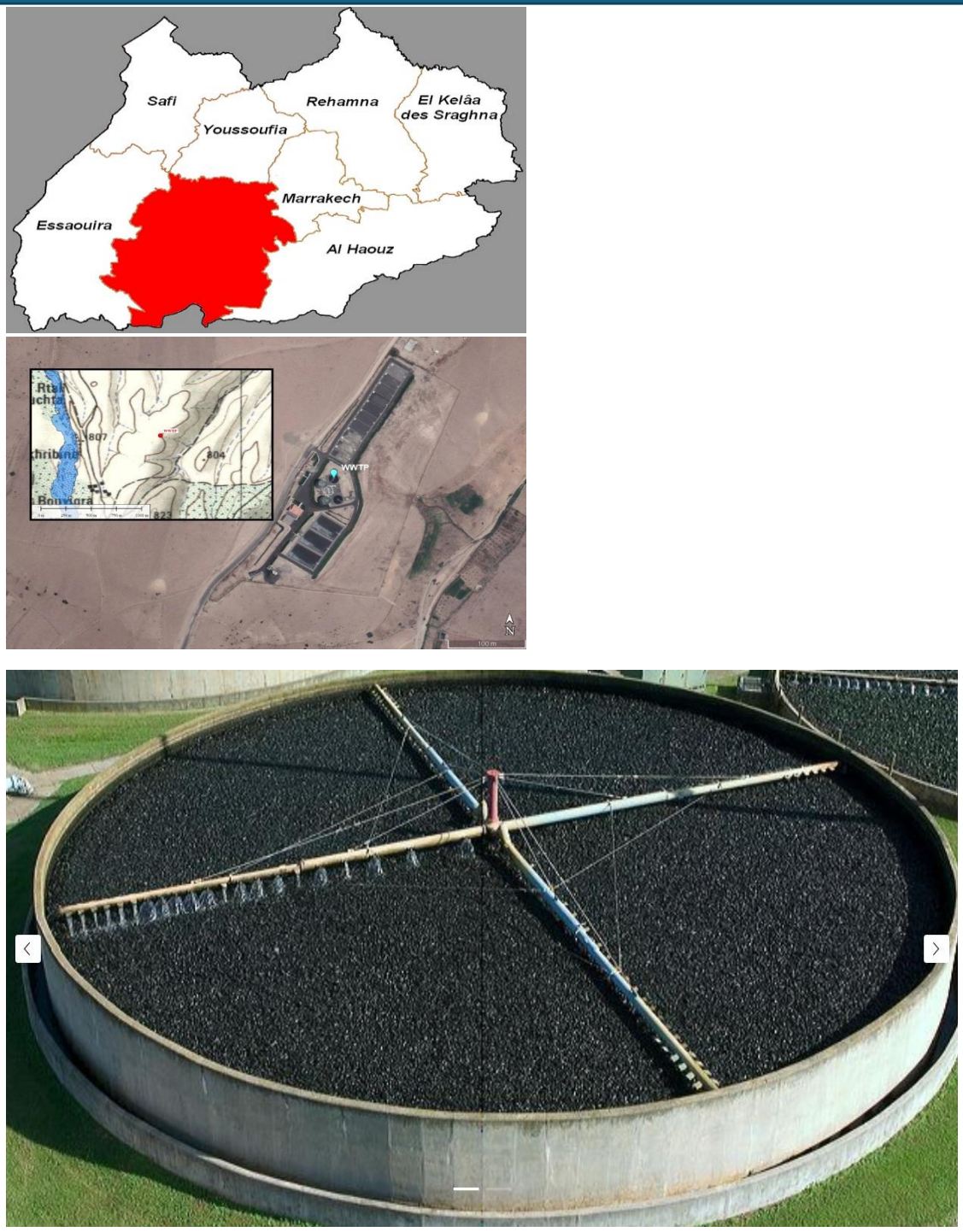


Fig.1. Presentation of the full-scale Bacterial Bed system at Imintanout city (Morocco)

2.2. Water sampling and analyses

Raw and treated effluents were collected from the experimental site in sterilized glass bottles every three months for five years. All samples were stored at 4°C for bacterial and physicochemical analysis. The WTW multi 340i/multiparameter set probe (WTW Büro- Weilheim, Germany) was used for in situ analysis. The chemical oxygen demand (COD) was measured by the dichromate open reflux method [13], while the biochemical oxygen demand (BOD_5) was analyzed by the Warburg method. The filtration method was used to quantify the total suspended solids (TSS) content, the indophenol technique was used to measure the NH_4^+ concentration, and the cadmium-copper column [16] was used to determine the NO_3^- concentration. Potassium peroxodisulfate digestion was used to determine total phosphorus (TP) [6]. For bacterial analysis, lactose-2, 3, 5-triphenyl tetrazolium chloride TTC (Panreac,

Spain) with Tergitol agar (HiMedia, India) was used to determine total coliforms (TC) at37°C and fecal coliforms (FC) at 44 °C [7].

2.3. Experimental set-up

The effect of processed wastewater on soil properties and the agro-physiological properties of maize (*Zea mays*) was investigated under arid conditions in three separate pot experiments. Maize (*Zea mays*) is a monoecious annual herbaceous plant from the grass family. It comes from North America. It is a leguminous plant, with good nutritional quality, and high protein content, is more cultivated in the world, and also benefits soil fertility (Harbouze et al., 2019). The experiment site is at Cadi Ayyad University (Marrakech, Morocco). This region has an arid climate, with an average annual rainfall of 240 mm. Urban wastewater was treated with a bacterial bed (BB)plant, each plot divided into four lines with 10 replications (Figure 2). In total, three types of irrigation water were used to irrigate 120 corn trees: RWW, TWW, and WW. Irrigation was applied twice weekly to keep moisture content levels in the three plots under study at 60% of field capacity, as suggested for arid regions with high temperatures based on prior studies (Nasta et al., 2023). This reduced saturation level, which is controlled by air temperature, has been found to boost maize growth, according to Xiong et al. (2020). The experiment was carried out in 2019, from March through July, which is a hot season of the year in Marrakech. The irrigation technique employed was drip irrigation, and each irrigation treatment required 93 liters of water per plot.

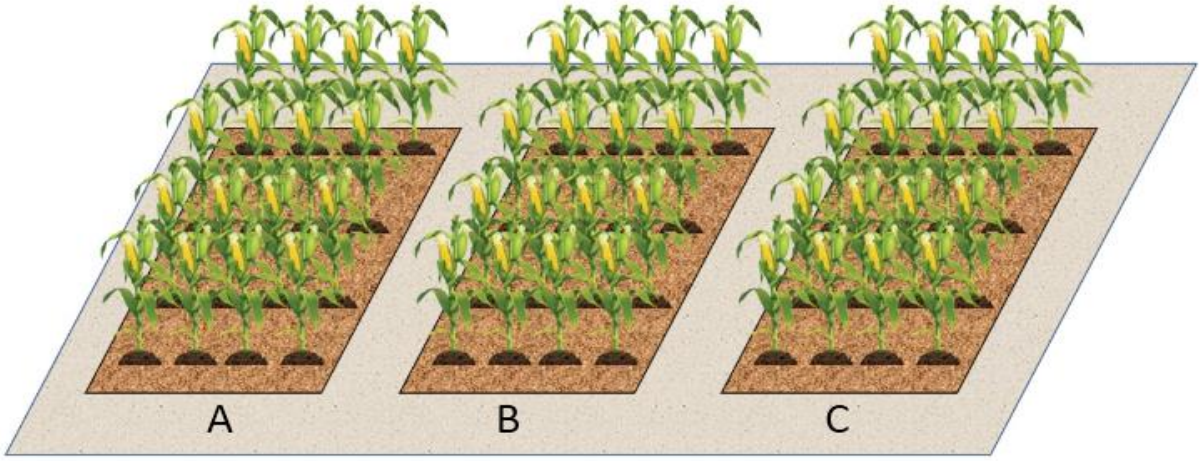


Fig.2: Experimental setup of the maize plants, irrigated by the three water treatments (RWW: raw wastewater (A); TWW: treated wastewater (B); Well water: WW (C))

3. Results and discussion

3.1. Correlation between physicochemical parameters and bacteriology

Fig. 3: presents graphically the linear relationships between 8 parameters of the water qualities in the output of the BB systems. The correlations were based on 25 measurements for each parameter; the measurements were monitored during a five-year experiment. For BOD_5, a positive correlation was found with COD concentration but negatively with DO, NH_4^+, and TP at the output of the BB system. [16](Guemmaz and Neffar 2019) reported that the multiplication and activity of microorganisms require DO for the degradation of organic matter. availability of organic matter can affect the removal of TN in wastewater treatment processes [18] (Stevik et al. 2004). TN removal rate is strongly influenced by the organic load (Gajewska et al. 2014). Nonetheless, Fig.6 shows a significant linear correlation ($p < .05$) between FC, NH_4^+, and TP in the outlet of the BB system. The nutrient has been shown to increase the survival and growth of bacteria [19] (Boutilier et al. 2009; Van der Steen et al. 2000). In addition, nutrients are known to be metabolic sources for microorganisms [21] (Wu et al. 2016). (Gatta et al. 2016) hypothesized that microorganisms could use chemotaxis to follow nutrient sources in water, or that they could survive longer and reproduce faster in the presence of available nitrogen. Furthermore, FC showed a negative correlation with temperature ($r = 0,67^*$) and DO, obtained results suggest that Temperature and dissolved oxygen value help to improve the capacity of the BB system to reduce coliform contamination. The

temperature was generally acknowledged to be a critical factor influencing coliform removal in wastewater treatment methods[23-23] (Stevik et al. 2004; Zidan et al. 2022). The negative correlation between the values of DO and log bacteria concentrations in treated water suggests that aerobic unsaturated conditions might be more suitable for higher bacteria removal in the lagoon system. The effect of DO might involve the survival of the microorganisms inside the BB system. The improved aeration would provide better conditions for predator communities. Similarly, (Fernandez-Sarabia et al. 1992) noted significant correlations between DO concentration and bacterial die-off in the aquatic environment. The results of this study reported an 8–10fold increase in bacterial die-off rate for coliforms and Clostridium sp. in response to short aeration treatment (2 h/ day) in a stabilization pond wastewater treatment plant [24] (Fernandez-Sarabia et al. 1992). Nonetheless, DO show a strong positive correlation with NH_4^+ and a negative with NO_3^- at the output of the lagoon, involve that oxygenation condition improved the oxidation of ammonium to nitrate by nitrifying bacteria, however, nitrate can reduce to nitrogen gas through heterotrophic denitrifiers under low oxygenation conditions [22] (Zekker et al. 2019). Finally, there were significant linear relationships between NH_4^+, and TP, which can be attributed to the high efficiency of the BB unit to reduce nutrients from wastewater, So, the Algae can assimilate nutrients from wastewater into their biomass under photosynthetic activity (Delgadillo-Mirquez et al. 2016; Jia and uaYn 2016; Park and Craggs 2011)

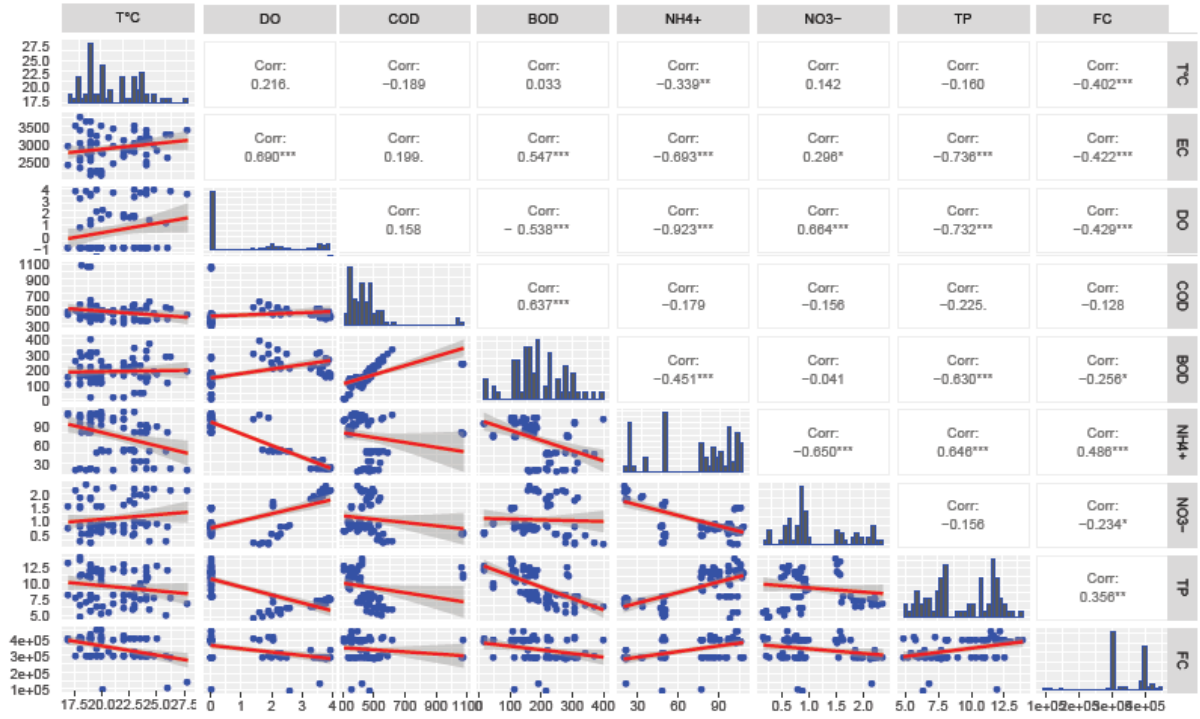


Fig. 3: Scatter-plot matrix among parameter concentrations based on 25 samples collected during the experimental period (T in °C, FC in CFU/100 ml and all other units in mg/l

3.2. Statistical analysis of seasonal effects on bacterial bed plant efficiency

The two significant dimensions [Dim1 (68.5%) and Dim2 (13.2%)] accounted for 81.7% of the variation in pollutant removal. Seasons such as summer and spring had a positive effect onDim 1 and were closely associated with each specific parameter: HLR, Temp, pH, BOD, COD, TP, and FC. However, a negligible relationship was found with Dim2. The PCA cos^2 plot also shows the average difference between the spring and summer seasons in terms of the variability of the distribution of HLR, T, pH, BOD, COD, TP and FC.

It was shown that HLR, BOD_5, and FC all had high cos^2 values ranging from 0.86 to 0.96, indicating that they are significant seasonal variables. The significant effects of the two seasons on HLR and the removal of BOD_5 and FC can be used to explain these data,indicating that HLR and the methods used to remove organic particles and bacterial indicatorsin BB systems are likely seasonal. The concentration of COD and FC showed a significant relationship. In the presence of organic matter, the fecal bacterial indicator grows significantlyfaster [9]. Furthermore, a significant

effect of organic matter on the abundance of *E.coli* was observed by Bouteleux et al [11]. However, it may be difficult for FC bacteria to survive due to the high removal rate of organic matter in the BB system. In addition, Arora & Kazmi [13] showed how the warm season enhances the decomposition of organic matter by increasing themetabolic activity of bacterial cells. The BB system removed organic matter very well and did not clog during operation.

The structure and design of BB materials maintain high water permeability, which reduces the potential for clogging [13]. CW, sand filters and lagoons are other unconventional technologies with known seasonal effects on pollutant removal. Ouellet-Plamondon et al. [14]found that COD reduction in CW was slightly better in summer than in winter. Seasonality is known to play a significant role in the removal of coliforms and pathogens in wastewater treatment processes [8],[9]. Furthermore, FC bacteria was the variable most affected by springand summer variations (cos^2>0.86).

This result indicates that microbial degradation was the primary FC removal mechanism inthe BB system. El Hamouri et al [15] found that high rate algal pond method resulted in highercoliform removal during summer in arid region. Higher temperatures in the CW system improve the removal of coliform indicator bacteria .TSS shows negative contributions to Dim 1 (cos^2 > 0.85), but only a negligible relationship with Dim ^{2}. There is a good correlation with the six individuals during fall and winter and summer (individual PCA). The reason for this finding was the highest TSS concentration ever recorded in municipal wastewater during this period

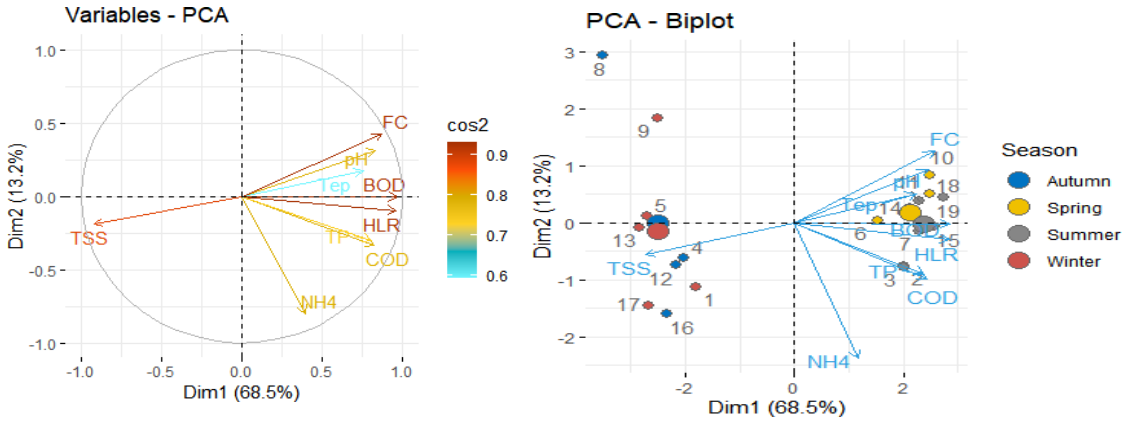


Fig.4. Effect of Seasonal Variations on BB Plant Removal Effectiveness: A Principal Component Analysis (PCA) Perspective. Variables-PCA illustrates the relationships between variables and the principal components; PCA-Biplot visualizes the relationships betweenvariables and observations in the dataset across different seasons. Individuals-PCA displays the projection of individual data points onto the principal components to indicate similarities or differences among the observations

3.3. Multivariate linear relationship

A comprehensive analysis of the linear relationship was performed to identify the primary variables that have a significant ($p < 0.05$) impact on FC output. The results indicate that the parameters DO, NO_3^- and TSS_in are particularly influential in the effective reduction of FC levels in the BB system. As shown in Figure 7, these variables can be used to explain the FC removal rate.

The relationship between DO concentration and FC removal is highlighted in Figure 7. This suggests that an aerobic environment would be more suitable for FC removal in a BB system. This conclusion is supported by other studies, such as that of Speitz et al [33], which showed significant relationships between bacterial mortality and DO levels in the aerobic zone. Better conditions for such predator communities were provided by the improved aeration of the gravel layers in the vertical flow multi-soil-layering system [31], [32]. Predator communities would benefit from improved aeration. Dissolved oxygen can affect the survival of microorganisms within the lagoon system [4]. Similarly, a significant relationship between DO and bacterial mortality in the aquatic environment has been reported [34]. Based on the MLR model, FC and NO_3^- are interrelated in the BB system. Denitrifying microorganisms are responsible for denitrification by converting NO_3^- to dinitrogen gas N_2 in the TF system [27-29].

According to Rambags et al [30], denitrifying bioreactors can effectively minimize microbial pollutants in wastewater by reducing N loading. In other situations, the prevalence of microeukaryotes, such as protozoa, in wastewater treatment results in clearer effluent [35]. Protozoa accelerate nutrient recycling and contribute to organic flocculation. According to Laurin et al [36], protozoa favorably affect the ability of the denitrification system to produce cleaner effluent. The reduction of total coliforms, fecal coliforms, and fecal streptococci (FS) in the BB system depended on the physicochemical characteristics of the porous environment, such as filtration and bacterial adsorption processes, followed by microbial degradation and natural death (die-off). The protozoan species found in the substrate may be crucial in the bacterial predation of municipal wastewater [37]. The significant relationship between coliform concentrations and TSS for the TSS predictors, as shown by Morgan et al [38], suggests that mineralization and sedimentation are important factors influencing coliform levels in natural methods of treating domestic wastewater. TSS, organic debris, and nutrients have been shown to inhibit the adsorption of bacterial cells in a porous environment by competing for adsorption sites [28].

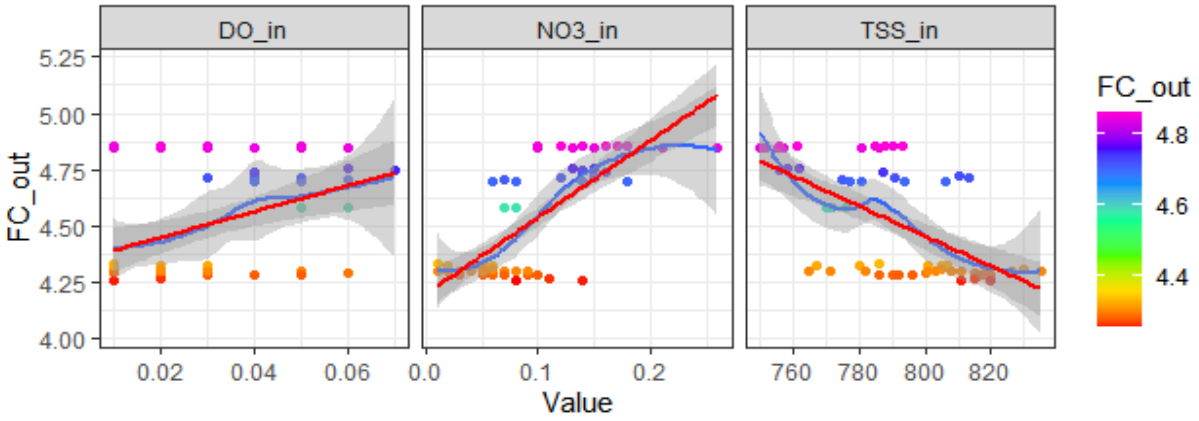


Fig.5 : linear relationship plot depicting the relationship between the relevant input variables and the level of FC in BB effluent. The x-axis represents the input variables concentration, and the y-axis represents the FC_out level. Data points are represented by colored dots, with the color gradient indicating the FC_out level (from orange to purple).

3.4. Multiple linear regression prediction

In this study, the Multiple Linear Regression (MLR) method was implemented using the lm() function in the R programming language. This method serves as a reliable benchmark when the assumptions are true and there is a linear relationship between the variables that are being studied. However, if the assumptions are violated or there is a nonlinear relationship, more complex models may have better performance than MLR [39]. Once the significant input variables affecting FC removal in the BB system were identified, the Multiple Linear Regression (MLR) model was used to predict the variation in TF sanitation efficiency. The performance of the MLR model was evaluated by comparing the predicted and actual values using the R^2 metric. The results showed that with a correlation coefficient of more than 0.77, there was a significant linear relationship ($p < 0.05$) between the actual and predicted BB performance. This high correlation is an indication that the MLR model developed in this study is suitable for the prediction of BB content.

Figure 8, shows the regression analysis of the MLR model, which further supports its effectiveness in predicting FC removal. As a result, the proposed MLR model can be used as a valuable tool to evaluate the behavior of the BB system in the face of FC contamination. In addition, the MLR model has successfully predicted the FC concentration at the outlet of the system. This provides valuable insights for future TF efficiency management. Therefore, MLR serves as a simple and reliable model to interpret the effect of input variables on the output variable through its coefficients.

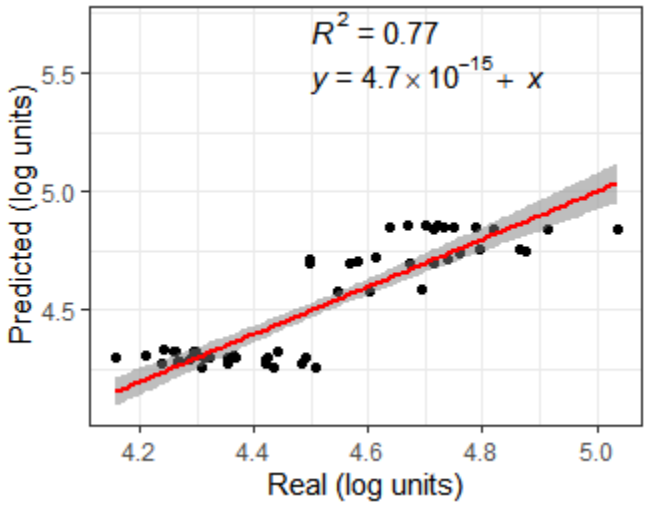


Fig.6. Performance of MLR model in prediction of FC level based on comparison of predicted and observed removal of FC in BB system (Period covered 5 years).

3.5. Effect of irrigation water quality on maize (*Zea mays*) crop Growth parameters

Figure 7 presents the biomass production (roots, aerial, and grain dry weight) and leaf area of maize plants under different irrigation treatments: RWW, TWW, and WW during the experimental study. Notably, there was a significant increase ($p < 0.001$) in maize biomass when irrigated with RWW, followed by the TWW plots. The leaf area also showed a similar trend, reaching approximately 162.48 ± 7.67 cm^2 when irrigated with RWW. In contrast, the leaf area was lower, not exceeding 152.26 ± 2.45 cm^2 and 147.31 ± 4.31 cm^2 when irrigated with TWW and WW, respectively. The influence of wastewater irrigation on plant productivity varied depending on the chemical composition of the irrigation water. The contrasting nutrient content among the different water sources can account for the observed differences in productivity and growth. The results highlight that the higher nutrient content in RWW, acting as a fertilizer source, contributed to an increase in plant productivity.Consistent with prior research, our findings demonstrate the positive impact of utilizing domestic wastewater on biomass production compared to crop cultivation with well water. This aligns with the observations made by Rusan et al. (2007), who noted that barley irrigated with wastewater exhibited taller biomass compared to barley irrigated with well water. The increase in biomass was attributed to the nutrient content in the wastewater. Similarly, Abegunrin et al. (2013) reported enhanced growth traits in cucumber irrigated with kitchen wastewater compared to groundwater. Mojiri et al. (2013) also found that irrigation with

wastewater significantly increased root length and shoot length in *Lepidium sativum* compared to plants irrigated with fresh water. These improvements in biomass can be attributed to various factors, such as changes in cell wall extensibility associated with protein composition (Hasegawa et al., 1984), reduction in photosynthetic capacity (Erice et al., 2011), and alterations in hormonal metabolism (Wilkinson and Davies, 2002). *Zea mays* exhibited better adaptation to the quality of treated wastewater, as it benefited from the nutrients present, particularly nitrogen and phosphorus. These nutrients significantly contribute to plant growth compared to the relatively limited growth associated with well water.

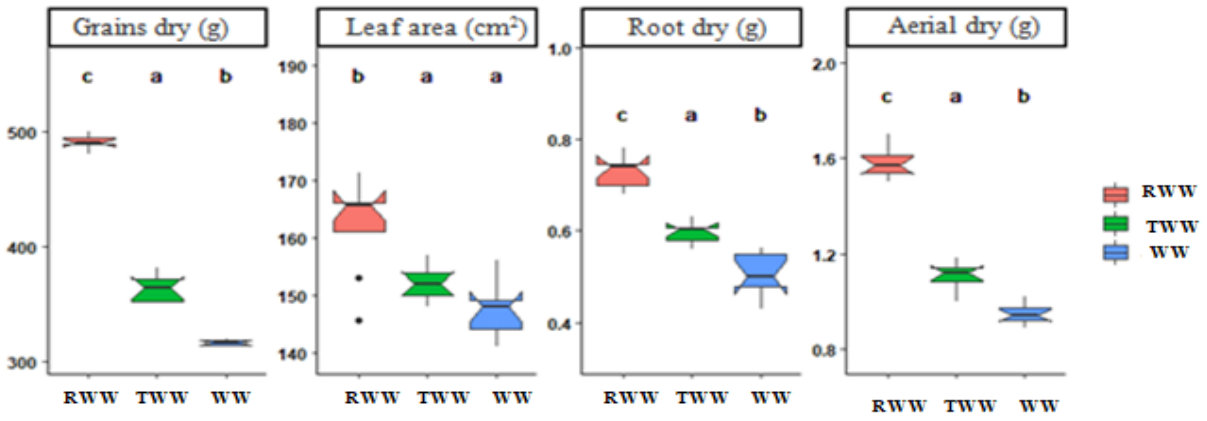


Fig.7. The biomass production (roots, aerial parts, and grain dry) and leaf area of maize plants, irrigated by the three water treatments (RWW: raw wastewater; TWW: treated wastewater; WW: WW). The three letters (a, b, and c) represent a significant difference by notched boxplot test.

Conclusion

This study focuses on investigating a large-scale hybrid bacterial bed (BB) technology for treating urban wastewater in an arid climate. Significant removal rates ($p < 0.05$) were achieved for TSS, BOD_5, COD, TP, and NH_4^+, indicating the effectiveness of the hybrid BB system. Seasonal variationshad a significant impact on the performance of the BB, especially in the summer and spring, with variables such as HLR, BOD_5, and fecal coliforms showing high cos^2 values. The positive correlationbetween the TSS concentration and the seasonality implies that the composition of the wastewatervaries throughout the year. Key parameters were identified as significant contributors to the removal of fecal coliform (FC) in the BB system, including DO, NO^-, and TSS.

The developed Multiple LinearRegression (MLR) model, with an R^2 value of 0.76, shows promise in predicting FC removal in similar wastewater treatment plants, although further validation in different contexts is needed to ensure its reliability. Despite compliance with Moroccan standards for direct discharge, treated municipal wastewater does not meet safe reuse criteria for irrigation due to high nitrate levels above the allowable limit of 30 mg/L and fecal coliform levels above the allowable limit of 3 log units. This makes upgrading the wastewater treatment plant (WWTP) a challenge for the Imintanout community. Additional treatment measures are essential in order to achieve a water quality that meets Moroccan standards for the irrigation of agricultural crops and landscaping ,In arid regions, treated wastewater is a valuable resource for irrigation as it provides water and some nutrients (N, P, and K) to crops. The present study reveals significant variations in the physicochemical and microbial characteristics of water and soil, as well as the physiological responses of maize crops, among the three types of irrigation waters investigated (WW, RWW, and TWW). The quality of TWW, treated using the bacterial bed technology, has successfully met the permissible limits for reuse in irrigation without posing any health risks according to Moroccan standards. However, WW exhibits high salinity, with chloride concentrations surpassing the legal limits for water reuse in Morocco

References

[1]K. Belhassan, 'Water Scarcity Managementin the Maghreb Region', Drought-Impacts and Management. *IntechOpen*, Sep.07, 2022. doi: 10.5772/intechopen.103788.

[2]G. T. Daigger and J. P. Boltz, "Trickling Filter and Trickling Filter- Suspended Growth Process Design and Operation: A State-of-the-Art Review," Water Environ. Res., vol. 83, no. 5, pp. 388–404, 2011, doi: 10.2175/106143010x12681059117210.

. *Membranes* 2022, *12*, 271. https://doi.org/10.3390/membranes12030271.

[3]K. Zidan, L. Mandi, A. Hejjaj , S. Sbahi, El, A., El, A., Ouazzani, N., Assabbane, A., 2023. Efficiency of a new hybrid multi-soil-layering eco-friendly technology for removing pollutants from domestic wastewater under an arid climate. J. Water Process Eng. 51, 103482 https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.103482.

[4]W. Luo *et al.*, "Preliminary study on the application of near infrared spectroscopy and pattern recognition methods to classify different types of apple samples," *Food Chem.*, vol. 128, no. 2, pp. 555–561, 2011, doi: 10.1016/j.foodchem.2011.03.065.

[5]APHA, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st ed. American Public Health Association/American Water Works Association/WaterEnvironment Federation, Washington, DC, USA.," *Int. J. Adv. Agric. Res.*, 2005.

[6]AFNOR, "Recueil de normes françaises: eau, méthodes d'essai. 2ème édition, Paris.," 1997.

[7]Moroccan Standards, "Moroccan standard approved by order of the Minister of Industry, Trade and Economy Last Level. Rabat: Moroccan Industrial Standardization Service.," 2006.

[8]K. Zidan, S. Sbahi, A. Hejjaj, N. Ouazzani, A. Assabbane, and L. Mandi, "Removal of bacterial indicators in on-site two-stage multi-soil-layering plant under arid climate (Morocco): prediction of total coliform content using K-nearest neighbor algorithm," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, no. 0123456789, 2022, doi: 10.1007/s11356-022-21194-x.

[9]T. K. Stevik, K. Aa, G. Ausland, and J. F. Hanssen, "Retention and removal of pathogenic bacteria in wastewater percolating through porous media: A review," *WaterRes.*, vol. 38, no. 6, pp. 1355–1367, 2004, doi: 10.1016/j.watres.2003.12.024.

[10] Valeurs Limites Spécifiques de Rejet Domestique. Arrêté n°1607–06 du Joumada II 1427, Secrétariat d'Etat Auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, Chargé de l'Eau et de l'Environnement, Département de l'Eau. Royaume du Maroc (2006), p. 50

[11] C. Bouteleux, S. Saby, D. Tozza, J. Cavard, V. Lahoussine, P. Hartemann, and L. Mathieu, "Escherichia coli behavior in the presence of organic matter released by algaeexposed to water treatment chemicals". *Appl Environ Microbiol*. Vol. 71, no. 2, pp. 734-40. 2005. doi: 10.1128/AEM.71.2.734-740.2005.

[12] S. Arora, and A.A. Kazmi, "The effect of seasonal temperature on pathogen removal efficacy of vermifilter for wastewater treatment" *Water Res*. Vol. 1; no. 74, pp. 88-99, 2015. doi: 10.1016/j.watres.2015.02.001.

[13] W.T. Mook, M.H. Chakrabarti, M.K. Aroua, G.M.A. Khan, B.S. Ali, M.S. Islam, M.A. Abu Hassan, "Removal of total ammonia nitrogen (TAN), nitrate and total organic carbon (TOC) from aquaculture wastewater using electrochemical technology: A review", *Desalination*,Vol.285,2012,pp.1-13,https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.09.029.

[14] C. Ouellet-Plamondon, F. Chazarenc, Y. Comeau, J. Brisson, "Artificial aeration to increase pollutant removal efficiency of constructed wetlands in cold climate", *Ecological Engineering*, Vol. 27, no.3, 2006, pp. 258-264, https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.03.006.

[15] B. El Hamouri, K. Khallayoune, K. Bouzoubaa, N. Rhallabi and M. Chalabi (1994). Highrate algal pond performances in faecal coliforms and helminthe egg removals. *Water Res.*, Vol. 28, pp. 171-174. https://doi.org/10.1016/0043-1354(94)90131-7

[16] Guemmaz, Fateh, and Souad Neffar. 2019. "Guemmaz-et-Al-2020-Wastewater-Quality."

[17] Mancosu, Noemi, Richard L. Snyder, Gavriil Kyriakakis, and Donatella Spano. 2015. "Water Scarcity and Future Challenges for Food Production." *Water (Switzerland)* 7(3): 975–92.

[18] Stevik, Tor Kristian, Kari Aa, Geir Ausland, and Jon Fredrik Hanssen. 2004. "Retention and Removal of Pathogenic Bacteria in Wastewater Percolating through Porous Media: A Review." *Water Research* 38(6): 1355–67.

[19] Boutilier, L. et al. 2009. "Adsorption, Sedimentation, and Inactivation of E. Coli within Wastewater Treatment Wetlands." *Water Research* 43(17): 4370–80. http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2009.06.039.

[21] Wu, Shubiao et al. 2016. "Sanitation in Constructed Wetlands: A Review on the Removal of Human Pathogens and Fecal Indicators." *Science of the Total Environment* 541: 8–22. http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.047

[22] Zekker, Ivar et al. 2019. "Enhanced Efficiency of Nitritating-Anammox Sequencing Batch Reactor Achieved at Low Decrease Rates of Oxidation-Reduction Potential." *Environmental Engineering Science* 36(3): 350–60.

[23] Zidan, Khadija et al. 2022. "Removal of Bacterial Indicators in On-Site Two-Stage Multi-Soil-Layering Plant under Arid Climate (Morocco): Prediction of Total Coliform Content Using K-Nearest Neighbor Algorithm." *Environmental Science and Pollution Research* (0123456789). https://doi.org/10.1007/s11356-022-21194-x.

[24] Fernandez-Sarabia, M. J., A. Sutton, T. Zhong, and K. T. Arndt. 1992. "SIT4 Protein Phosphatase Is Required for the Normal Accumulation of SWI4, CLN1, CLN2, and HCS26 RNAs during Late G1." *Genes and Development* 6(12 A): 2417–28.

[25]Zekker, Ivar et al. 2019. "Enhanced Efficiency of Nitritating-Anammox Sequencing Batch Reactor Achieved at Low Decrease Rates of Oxidation-

[26] Delgadillo-Mirquez et al. 2016; Jia and Yuan 2016; Park and Craggs 2011

[27]S. Biesterfeld, G. Farmer, L. Figueroa, D. Parker, and P. Russell, "Quantification of denitrification potential in carbonaceous trickling filters," *Water Res.*, vol. 37, no. 16, pp. 4011–4017, 2003, doi: 10.1016/S0043-1354(03)00302-6.

[28]T. K. Stevik, K. Aa, G. Ausland, and J. F. Hanssen, "Retention and removal of pathogenic bacteria in wastewater percolating through porous media: A review," *Water Res.*, vol. 38, no. 6, pp. 1355–1367, 2004, doi: 10.1016/j.watres.2003.12.024..

[29]Y. Zhang, Y. Cheng, C. Yang, W. Luo, G. Zeng, and L. Lu, "Performance of system consisting of vertical flow trickling filter and horizontal flow multi-soil-layering reactor for treatment of rural wastewater," *Bioresour. Technol.*, vol. 193, pp. 424–432

[30]F. Rambags, C. C. Tanner, R. Stott, and L. A. Schipper, "Bacteria and virus removal in denitrifying bioreactors: Effects of media type and age," *Ecol. Eng.*, vol. 138, no. June, pp. 46–53, 2019, doi: 10.1016/j.ecoleng.2019.06.021.

[31]K. Zidan, S. Sbahi, A. Hejjaj, N. Ouazzani, A. Assabbane, and L. Mandi, "Removal of bacterial indicators in on-site two-stage multi-soil-layering plant under arid climate (Morocco): prediction of total coliform content using K-nearest neighbor algorithm," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, no. 0123456789, 2022, doi: 10.1007/s11356-022-21194-x.

[32]C. J. Wei and W.Z. Wu, "Performance of single-pass and by-pass multi-step multi-soil-layering systems for low-(C/N)-ratio polluted river water treatment," *Chemosphere*, vol. 206, pp. 579–586, 2018, doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.05.035.

[33] R.L. Spietz, C.M. Williams, G. Rocap, and M.C. Horner-Devine. "A Dissolved Oxygen Threshold for Shifts in Bacterial Community Structure in a Seasonally Hypoxic Estuary". *PLoS One*. 2015, Vol.10, no. 8, e0135731. doi: 10.1371/journal.pone.0135731.

[34] A. Fernández, C. Tejedor, and A. Chordi, "Effect of different factors on the die-off of fecal bacteria in a stabilization pond purification plant", *Water Research*, Vol. 26, no. 8, 1992, pp. 1093-1098, https://doi.org/10.1016/0043-1354(92)90145-T.

[35] C.R. Curds, “The Ecology and Role of Protozoa in Aerobic Sewage Treatment Processes”. Annual Review of Microbiology, 1982, Vol. 36, pp. 27-46. http://dx.doi.org/10.1146/annurev.mi.36.100182.000331

[36] V. Laurin, N. Labbé, S. Parent, et al. “Microeukaryote Diversity in a Marine Methanol-Fed Fluidized Denitrification System”. *Microb Ecol* , 2008, Vol. 56, pp. 637–648. https://doi.org/10.1007/s00248-008-9383-x

[37] A.M. Kadam, G.H. Oza, P. D. Nemade, H. S. Shankar, “Pathogen removal from municipal wastewater in Constructed Soil Filter”, *Ecological Engineering*, 2008,Vol. 33, no. 1, pp.37-44, https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2007.12.001.

[38] J.A. Morgan, A.E. Hoet, T.E. Wittum, C.M. Monahan, and J.F. Martin, “Reduction of Pathogen Indicator Organisms in Dairy Wastewater Using an Ecological Treatment System”. *J. Environ. Qual*., Vol. 37, pp. 272-279, 2008. https://doi.org/10.2134/jeq2007.0120.

[39] S. Sbahi, N. Ouazzani, L. Latrach, A. Hejjaj, L. Mandi. Nitrogen modeling and performance of multi-soil-layering (MSL) bioreactor treating domestic wastewater in rural community. 2021b. *J. Water Proc. Eng.* 13:6–11. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102389

FECAL COLIFORM REMOVAL IN DOMESTIC WASTEWATER TREATED BY BACTERIAL BEDS: A MULTIPLE LINEAR REGRESSION PREDICTIVE MODEL

Ahmed OSMANE
Laboratory of Organic Chemistry and Physical Chemistry (Fundamental and Applied Chemistry)Faculty of Sciences, Agadir University Ibn Zohr
Laboratory of Biomolecular and Medicinal Chemistry, Faculty of Science Semlalia, University Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco
Khadija ZIDAN
National Center for Studies and Research on Water and Energy (CNEREE), Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco.
Laboratory of Water, Biodiversity and Climate Change, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco
Moustapha BELMOUDEN
Laboratory of Organic Chemistry and Physical Chemistry (Fundamental and Applied Chemistry)Faculty of Sciences, Agadir University Ibn Zohr

Abstract

In response to water scarcity, Morocco faces the challenge of using treated wastewater for irrigation purposes. This study evaluates the efficiency of a full-scale bacterial bed (BB) system in Imintanout, Morocco. The system consists of three septic tanks, two BBs, and secondary decanters. Over a 4-year period, the system showed a significant reduction ($p<0.05$) in pollutants: 99% of TSS, 96% of BOD_5, 96% of COD, 45% of TP, and 89% of NH_4^+. A multiple linear regression (MLR) model successfully predicted the removal of fecal coliform (FC) by the BB , and a reduction of 2.80 log units was achieved. High cos^2 values indicated the importance of hydraulic loading rate (HLR), BOD_5, and FC, which were particularly affected by seasonal variations. Positive correlations between FC and TSS in certain periods highlight the seasonal variability in the composition of urban wastewater, which is effectively captured by the MLR model ($R^2 = 0.76$). Although the treated water complied with Moroccan discharge standards, its high nitrate (145 mg L^{-1}) and FC (4.30 log units) levels made it unsuitable for reuse in agricultural and landscape irrigation, as they exceeded safety limits. This work highlights the importance of optimizing treatment systems to produce high quality reclaimed water, which is essential to meet the challenges of water scarcity, The present study reveals significant variations in the physicochemical and microbial characteristics of water and soil, as well as the physiological responses of maize crops, among the three types of irrigation waters investigated (WW, RWW, and TWW).

The quality of TWW, treated using the bacterial bed technology, has successfully met the permissible limits for reuse in irrigation without posing any health risks according to Moroccan standards.

Keywords: Bacterial bed ; Wastewater treatment; Fecal coliforms removal; Linear regression model; Landscape ,irrigation

POVERTY AS A DETERMINANT OF DOMESTIC FIREWOOD CONSUMPTION AND ITS EFFECT ON THE FORESTS OF ECUADOR

Maribel CAICEDO
Latin American Faculty of Social Sciences, Department of Development, Environment and Territory, Quito, Ecuador

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze poverty as a determinant factor of domestic consumption of wood and its effect in deforestation in Ecuador. To achieve this, we have processed data from the population and housing census and from household surveys carried out during the last 35 years, forest cover data and a National Forest Assessment. This work makes two contributions. On the one hand, it studies and quantifies deforestation originated by wood consumption, which has been scantily analyzed in Ecuador. On the other hand, it provides a methodological approach that allows a precise accounting of this information through an innovative model of economies of scale, which assumes diminishing marginal consumptions in households. We study the relationship between fuel wood consumption and the state of household poverty through a multivariate analysis that incorporates socioeconomic and demographic variables. With these elements, we show that the largest share of wood consumption does not result from subsistence consumption, but from commercial and productive consumption. For this reason, domestic fuel wood consumption for cooking barely explains deforestation. We have estimated that, from the 49,497 hectares of annual deforested area in the country, 430.6 hectares of forest are affected by the consumption of this resource.

Key words: deforestation, economies of scale, multiple correspondence analysis, Ecuador.

LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BUSINESS AND HOSPITALITY MANAGEMENT IN ENHANCING DECISION-MAKING, STRATEGY, AND GUEST EXPERIENCE IN NORTHEAST NIGERIA

Dr. Daniel MARCEL
Mudiame University Edo State, Nigeria
Dr. Juliana Philip NDALNAMU
Department of Hospitality Management and Technology, Federal Polytechnic Mubi, Adamawa State Nigeria

Abstract

The use of Artificial Intelligence (AI) in Business and Hospitality Management has transformed how businesses approach decision-making, strategic planning, and the overall visitor experience. This paper investigates the transformative impact of AI technologies, such as machine learning, natural language processing, and predictive analytics, on operational efficiency, customer service, and individualized guest experiences.The paper examines case studies from prominent hotel organizations to demonstrate how AI-driven solutions help with data-driven decision-making, streamline resource management, and develop innovative business strategies. It also goes into the expanding role of AI in guest experience management, ranging from personalized marketing to chatbots and smart room technology, highlighting how AI allows businesses to anticipate and surpass customer expectations. The study concludes by examining the future of AI in the hospitality industry, discussing both the potential and obstacles that organizations face when adopting new technologies, and making recomendations for successful integration of AI into business and hospitality management practices.

Keywords: Artificial Intelligence, Business Strategy, Hospitality Management, Decision-Making, Guest Experience, Predictive Analytics, Personalization.

USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA PRÁCTICA DEL DERECHO DEL SIGLO XXI

Miguel Ángel CASTRO CHAVARRÍA
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Orcid: 0009-0004-1240-1845
Gloria Itzel SÁNCHEZ PÉREZ
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ORCID: 0009-0004-2571-7371

RESUMEN

El uso de la inteligencia artificial (IA) ha sido un cambio de paradigma global con herramientas en distintas áreas, en el ámbito de la medicina, por ejemplo, destaca el uso de *DeepMind,* desarrollado por Google, para la detección temprana de enfermedades mediante algoritmos de aprendizaje. Respecto al Derecho, tema central del presente artículo, existen herramientas como *ROSS Intelligence*, utilizada en Estados Unidos para la búsqueda automatizada de jurisprudencia o *Luminance*, en el Reino Unido, que facilita la revisión de contratos mediante procesamiento de lenguaje natural.

La IA está empleandose como una herramienta que complementa el conocimiento de los juristas para agilizar procesos como la redacción de documentos, revisión de jurisprudencias, análisis de contratos, orientación jurídica y hasta la administración de justicia. Sin embargo, persisten riesgos en torno a la falta de transparencia, errores técnicos y posibles vulneraciones a derechos humanos por el uso de IA, por ello se es necesario la mezcla del conocimiento de los estudiosos del derecho junto a las distintas funciones de la IA para obtener como resultado una mejora significativa en el uso de esta, sin llegar a vulnerar derechos. Con esto en mente, analizaremos una regulación adecuada en el presente artículo, con estudios de derecho comparado de la Ley de IA y el RGPD de la Unión Europea, la carta de Derechos Digitales de España y propuestas de organismos internacionales de la ONU, OCDE y UNESCO como principales fuentes de información.

PALABRAS CLAVE: inteligencia artificial, derecho, regulación, derechos fundamentales, derecho comparado, organismos internacionales.

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PRACTICE OF 21st CENTURY LAW

ABSTRACT

The use of artificial intelligence (AI) has been a global paradigm shift, with tools emerging in various fields. In medicine, for example, DeepMind—developed by Google—stands out for the early detection of diseases using machine learning algorithms. Regarding Law, the central topic of this article, there are tools such as ROSS Intelligence, used in the United States for automated case law research, and Luminance, employed in the United Kingdom to facilitate contract review through natural language processing.

AI is being used as a tool to complement legal professionals' knowledge, streamlining processes such as document drafting, case law review, contract analysis, legal guidance, and even the administration of justice. However, risks persist concerning lack of transparency, technical errors, and potential human rights violations due to AI use. Therefore, it is necessary to combine legal scholars' expertise with the various functions of AI to achieve significant improvements in its application without infringing on rights. With this in mind, we will analyze appropriate regulations in this article, drawing on comparative law studies of the EU AI Act and the GDPR, Spain's Digital Rights Charter, and proposals from international organizations such as the UN, OECD, and UNESCO as primary sources of information.

KEYWORDS: artificial intelligence, law, regulation, fundamental rights, comparative law, international organizations.

ENHANCING QUALITY AND OUTSOURCING EXCELLENCE THROUGH STRATEGIC PURCHASING AND SUPPLIER RELATIONSHIPS IN THE MEDICAL DEVICE SECTOR

Donnathy Michellyn HALEN
ORCID: 0009-0009-5524-177X
Halim Mad LAZIM
ORCID: 0000-0003-2938-4821
Mohamed Najib SALLEH
School of Technology Management and Logistics, College of Business, Universiti Utara Malaysia, 06010 Sintok, Kedah, Malaysia
ORCID: 0000-0003-3807-6337

Abstract

In the medical device sector where strict regulatory compliance and product quality are non-negotiable purchasing functions play a critical strategic role in managing global supplier networks. This study explores how purchasing and supplier relationship strategies influence product quality outcomes and contribute to the success of global outsourcing efforts. Amid increasing regulatory demands, supply chain disruptions, and heightened quality expectations, the research emphasizes the need for proactive supplier collaboration and performance management. Using a mixed-method approach that combines survey data from procurement professionals with case studies of multinational medical device manufacturers operating in Asia-Pacific, the study identifies key purchasing practices such as strategic sourcing, supplier evaluation, and quality co-development. The findings indicate that when supplier relationship management (SRM) is integrated into purchasing strategy, firms experience higher quality performance, stronger compliance alignment, and improved outsourcing outcomes. This research highlights the strategic value of purchasing in achieving supply chain resilience and operational excellence. It offers practical implications for procurement leaders and quality managers seeking to enhance supplier accountability and product integrity in globally outsourced medical device supply chains.

Keywords: Strategic purchasing, supplier relationship management, product quality, global outsourcing, medical devices, procurement strategy

EFFECT OF THE IMPLEMENTATION OF COMPUTER SCIENCE CURRICULUM ON SENIOR SECONDARY STUDENTS' ATTITUDE IN MANGU LOCAL GOVERNMENT AREA, PLATEAU STATE, NIGERIA

Hulda Maxwell DAVWET (PhD)
Department of Science and Technology Education, Faculty of Education University of Jos, Plateau State Nigeria
Naanma Albert DAWANG
College of Education Gindiri, Plateau State, Nigeria
Irene Wanaemi YAKUBU (PHD)
Department of Science and Technology Education Faculty of Education, University of Jos

ABSTRACT

This study evaluated the effect of the implementation of computer science curriculum on senior secondary students' attitude in public schools, Mangu Local Government Area, Plateau State, Nigeria. Descriptive survey research design was implored for the study. The total population of the study was 1, 445 (made up of 40 computer science teachers and 1,405 students) in the entire 20 public secondary schools in the study area. From the total population of the schools, a multistage sampling technique was used to determine a sample size of 10 secondary schools, 20 teachers and 120 students for the study. Two instruments titled: Evaluation of Computer Science Teachers Curriculum Implementation Questionnaire (ECSTCIQ) and Evaluation of Computer Science Students Curriculum Implementation Questionnaire (ECSSCIQ) were used for data collection. Content validity of the instruments were established through experts' scrutiny from curriculum studies unit and test, measurement and evaluation while the internal consistency of the instruments was through pilot testing. Using Cronbach alpha, a correlation coefficient of 0.922 and 0.872 were obtained as the reliability index. The study raised four research questions and three null hypotheses. The research questions were answered using mean and standard deviation while the hypotheses were tested using Spearman's Correlation Coefficient at 0.05 level of significance. The findings revealed that, the implementation of the Computer Science curriculum was basically theoretical and via lecture method. Facilities such as power source, computer accessories and computer laboratory were not adequately available for effective implementation of computer science curriculum in the study area. However, students found learning the contents of the curriculum difficult hence, developed negative attitude towards it. It was further revealed that a significant relationship exists between the methods teachers used for the implementation of computer science

curriculum and students' attitude towards learning the subject. The study recommended among others that, there is need to improve on the implementation methods of computer science curriculum by making available adequate facilities/materials such as internet connectivity, power source, printed materials, computer accessories in public senior secondary schools within the study area.

Key words: Implementation, Computer Science Curriculum, Students' Attitude

LEAF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODIFICATION OF *Ipomoea carnea* JACQ. AN INVASIVE PLANT SPECIES, UNDER DIVERSE SALINITY GRADIENT

Saira MALIK,
Syed Mohsan Raza SHAH,
Uniza Fatima BUKHARI,
Tasawar Fatima BUKHARI,
IQRA
Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore, Pakistan

Abstract

The role of structural and functional plasticity of *Ipomoea carnea* for invasion in diverse saline environments was investigated. The populations were collected from 30 different habitats of Pakistan. The populations were divided into 3 groups based on the extent of salinity in their natural habitat. The non-saline habitats (ECe>4 dS m^{-1}) were Kohala, Islamabad, Pahari Nala, Pir Kot, Nerian Sharif, Daska, Dhir Kot, Namal, Lower Jhelum and Majuhan. Moderately saline habitats (ECe 4-8 dS m^{-1}) were Mong Depo, Pasrur, Layyah, Mana Wala, Phularwan Roadside, Kharian Wala, Phulrwan canal, Rasool, Puran and Shah Kot. Highly saline habitats (<8 dS m^{-1}) included Gunjal, Gutwala, Skindar Pura, Choa Sadien Shah, Phid, Buchal, Kallar Kahar, Cholistan Desert, Sangla Hills and Sahian Wala. The hyper-saline population accumulated more compatible solutes like total soluble sugars, phenolics and flavonoids linked to osmoprotection. Increased sclerifcation and phloem thickness in hyper-saline and moderately saline populations. Increased density of trichomes and salt excretory glands prevented water loss and excreted toxic ions through leaf surface. In conclusion, *I. carnea* populations adopted different strategies like water conservation via water storage in parenchymatous tissues, accumulation of compatible solutes (total soluble sugars) and allelochemicals (flavonoids and phenolics) for chemical defense. All these aspects were key factors for survival and invasive success in a variety of habitat types and environmental conditions.

Keywords: Environmental heterogeneity, Invasive species, *Ipomoea carnea*, Sclerifcation, Trichomes.

DECODING THE POTENTIAL OF BIONANOPARTICLES IN AGRICULTURAL SYSTEM FOR SOIL QUALITY AND PLANT PRODUCTIVITY

Ganesh KUMAR
R.Y. HIRANMAI
Ajay NEERAJ
School of Environment and Sustainable Development Central University of Gujarat, Gandhinagar India (382030).

Abstract

Fertilizers increases the productivity of crops by providing essential nutrients to the soil for growth of plants. With increasing population, to attain required food supply the use of fertilizers were also increased. Excessive use of synthetic fertilizers in agricutural soil impacted all organisms in the ecosystem. The adaptation and modification in morphology and physiology of biota caused serious issues in agricultural soil. Many synthetic fertilizers contains toxic substances that brought changes in soil attributes and impacting growth of plants, alteration in metabolic pathways, deterioration of cells in plants leading to loss of crop production. Bioaccumulation and eutrophication of these synthetic inputs caused serious problems to living organisms. These changes also introduced metals in excess that entered soil ecosystem causing imbalance of nutrients. Bionanoparticles are derived from biological material such as plants extracts and microbes. The present study explores the role of bionanoparticles in soil for their interactions with microbes, its impact on cycling of nutrients and structure of soil. Bionanotechnology is providing many alternatives in agricultural sector, their interaction with microorganisms, positive impacts on agriculture and mechanism of action. Bionanoparticles can remove these problems through the use of nanoformulations in agriculture like nanoparticles and nanosensors. Various studies have been reported that biosynthesized nanoparticles from leaf extract showed significant potential in increasing physical and biochemical parameters of plants. Some studies also found that nanoparticles in synergy with plant growth promoting bacteria increases the production of phytohormones. Their interactions increases antioxidant enzymatic activity in addition to the nanoparticles interactions with plant growth promoting bacteria playing a crucial role in mitigating salinity and drought stress respectively. Thus, bionanotechnology have the potential to improve soil fertility, quality and productivity of crops. Applicability of this technology support to mitigate the adverse effect of climate change and contamination in agricultural soil.

Keywords: bionanoparticles, agricultural system, soil quality, plant productivity

DEVELOPMENT OF CARBON ELECTRODES USING GROUNDNUT SHELLS FOR SOLID-STATE BATTERY APPLICATIONS

U. S. TUNGA
Waziri Umaru Federal Polytechnic Birnin-Kebbi
I. A. LIBATA
A. A. FAROOQ
Kebbi State University of Science and Technology, Aliero
B. SALISU
Hassan Usman Katsina Polytechnic Katsina

Abstract

The increasing demand for sustainable and cost-effective energy storage solutions has driven research into alternative materials for battery electrodes. This study explores the development of carbon electrodes derived from groundnut shells, an abundant agricultural waste product, for application in solid-state batteries. Groundnut shells were subjected to pyrolysis and activation processes to produce high-surface-area carbon materials with desirable electrochemical properties. The synthesized carbon electrodes were characterized using scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD), and Raman spectroscopy to evaluate their structural and morphological properties. Electrochemical performance was assessed through cyclic voltammetry (CV), galvanostatic charge-discharge (GCD), and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) in a solid-state battery configuration. The results demonstrate that groundnut shell-derived carbon electrodes exhibit excellent conductivity, high specific capacitance (320 F/g at 0.5 A/g), and stable cycling performance (95% capacitance retention after 5,000 cycles), making them a promising low-cost and sustainable alternative to conventional electrode materials. This work highlights the potential of agricultural waste upcycling in advancing green energy technologies and contributes to the development of environmentally friendly energy storage systems. Based on the findings, recommendations are provided for optimizing the synthesis process, scaling up production, and exploring additional applications of groundnut shell-derived carbon in energy storage technologies.

Keywords: Groundnut shells, carbon electrodes, solid-state batteries, sustainable materials, energy storage.

PHOTOGRAPHY AND DIGITAL IMAGE PRODUCTION: A COMPARATIVE ANALYSIS

Saidu ABDULRAHMAN
Samaila Muhammad TUKUR
Muhammed Sani BABAKATUN
Department of Mass Communication, Abdu-Gusau Polytechnic Talata Mafara, Zamfara State, Nigeria.

Abstract

Photography has come a long way in its relatively short history. In almost 200 years, the camera developed from a plain box that took blurry photos to the high-tech mini computers found in today's DSLRs and smartphones. The basic concept of photography has been around since about the 5th century B.C.E. It wasn't until an Iraqi scientist developed something called the camera obscure in the 11th century that the art was born. Even then, the camera did not actually record images, it simply projected them onto another surface. The images were also upside down, though they could be traced to create accurate drawings of real objects such as buildings. The first camera obscure used a pinhole in a tent to project an image from outside the tent into the darkened area. It was not until the 17th century that the camera obscura became small enough to be portable. Basic lenses to focus the light were also introduced around this time. Photography, as we know it today, began in the late 1830s in France. The problems associated with this research study is to finetune the comparative analysis between old photography production of traditional century and digital image production of 21st century. Also, to find out combining traditional photography and digital editing, digital manipulation of modern century. Though, photography and digital image productions are meant to convey message(s) through visual communication, storytelling, artistic expression, commercial and marketing purposes, preservations and documentary, interactive and immersive experiences and lots more. The study adopts comparative analysis research using secondary methods of data collections from existing literature in the area of study and other related sources such as archives, magazines. The study finds out that, digital image production offers greater flexibility, ease of use, lower cost and enhanced image quality compared to traditional analogue photography. It also reveals that, digital image production is the most preferred choice for most photographers, designers, and content creators today. The study further recommend traditional photography are not to also be kept aside because they create an art of culture and tradition in term of photojournalism, museum purposes and national asset.

Key Words: Photography, Image, Communication, Obscure, Comparative, Digital

EFFECT OF SOCIAL SKILLS TRAINING ON SELF-STIGMA AND EUDAEMONIC WELL-BEING OF PERSONS NEWLY DIAGNOSED OF HIV IN OYO STATE, NIGERIA

L. A. OKESIJI Ph.D
Department of Counselling and Human Development Studies, Faculty of Education
University of Ibadan, Nigeria.
Ndidi M. OFOLE Ph.D
Department of Counselling and Human Development Studies, Faculty of Education
University of Ibadan, Nigeria
Chioma C. ASUZU Ph.D
Department of Counselling and Human Development Studies, Faculty of Education
University of Ibadan, Nigeria

Abstract

HIV/AIDS related Self-stigma results into feelings of shame, ignominy and worthlessness, thereby reduce the eudaemonic well-being in Persons Living With HIV and AIDS. This study aimed at investigating the effects of Social Skills Training (SST) on Self-stigma and eudaemonic well-being among persons newly diagnosed of HIV in Oyo State, Nigeria. Pretest-posttest control group quasi-experimental design with 2x5x3 factorial matrix was adopted. Forty-nine persons (male=17; female=32) newly diagnosed persons of HIV with age range between 20-45 years were purposively selected from Antiretroviral therapy (ART) centres in two hospitals in Oyo State, Nigeria. The two centres were randomly assigned to SST (26) and control groups (23). Instruments used were HIV felt-stigma (r = 0.78); HIV Stigma (r = 0.78), and Rosenberg Self-esteem scale (r=0.83). Analysis of covariance was used to analyse data at 0.05 level of significant. Results revealed that there was a significant main effect of treatment on self-stigma ($F_{(2; 33)}$ =711.64; partial η^2=0.98). The persons newly diagnosed of HIV in the SST ($\bar{x}$=91.00) obtained lower mean score, compared to their counterpart in the control group ($\bar{x}$=111.47). There was significant main effect of age on self-stigma ($F_{(2; 33)}$=6.53; partial η^2 =0.30). The participants in the age range of 30-34 obtained lower mean ($\bar{x}$ =56.8908) compared to their counterparts in the other age ranges. There was also a main effect of self-esteem on self-stigma ($F_{(2; 33)}$ =13.08; partial η^2=0.46). The participants with high self-esteem ($\bar{x}$ =82.86), benefited more than their counterpart in the other two groups.

Hence, SST is an effective therapy for reducing self-stigma and boosting eudaemonic well-being among PLHIV.

Keywords: People living with HIV, HIV self-stigma, Well-being, Social Skills, Training, self-esteem.

OPEN GOVERNMENT: KEY ISSUES IN PHILIPPINES

Syed Agung AFANDI
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia
Rizki ERDAYANI
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia
Muslim AFANDI
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia

ABSTRACT

This study aims to analyze key issues of open government in the Philippines. Qualitative approaches and bibliometric analysis methods are used in this study. Data are sourced from Google Scholar collected using Publish or Perish (using keywords: Philippines transparency, Philippines public participation, and Philippines collaboration). The keywords are based on the main principles of open government. The data selection process and data completion are done using Mendelay, while the bibliometric map is obtained using VOSviewer. This study found 116 relevant articles, 87 topics, 437 total link strengths, and 270 occurrences. The dominant topics are: collaboration, transparency, public participation, accountability, local government, education, governance, economics, health, and extractive industries. While the latest and potential topics include: democracy, legitimacy, public service, financial reporting, information disclosure, government projects, public bidding, communication, capacity, climate change, health, public work management, disaster management, supply network, women count, sustainable development goals, and judicial consequences. Since its leading role in the OGP, the Philippines has made 75 of its open government commitments and is currently focusing on ten commitments. These commitments have the potential to create a more open Philippine government.

Keywords: Key Issues; Open Government; Philippines

COMPUTATIONAL STUDY OF THE ANTICANCER ACTIVITY OF TETRAHYDROPYRAZOLO-QUINAZOLINE AND TETRAHYDROPYRAZOLO-PYRIMIDOCARBAZOLE DERIVATIVES TARGETING THE ENZYME KINASE PIM1

Youssra Ech-CHAHDI
Laboratory of Processes, Materials, and Environment (LPME), Faculty of Science and Technology, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.
Marwa ALAQARBEH
Basic Science Department, Prince Al Hussein bin Abdullah II Academy for Civil Protection, Al-Balqa Applied University, Al-Salt 19117, Jordan.
Yassine EL ALLOUCHE
Abdellah El AISSOUQ
Lhoucine NAANAAI
Laboratory of Processes, Materials, and Environment (LPME), Faculty of Science and Technology, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.
Mohammed BOUACHRINE
MCNS Laboratory, Faculty of Sciences, Moulay Ismail University, Meknes, Morocco
Hicham ZAITAN
Fouad KHALIL
Laboratory of Processes, Materials, and Environment (LPME), Faculty of Science and Technology, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

ABSTRACT

Prostate cancer remains one of the most prevalent malignancies worldwide, posing a significant public health challenge due to its high mortality rate and resistance to existing treatments[1,2]. The urgent need for novel therapeutic agents with improved efficacy and reduced side effects has driven the exploration of Pim1 kinase as a promising target in prostate cancer therapy[3]. In this context, tetrahydropyrazolo-quinazoline and tetrahydropyrazolo-pyrimidocarbazole derivatives were investigated for their potential inhibitory activity against Pim1 kinase.

An integrated computational approach was employed, combining 2D-QSAR modeling, molecular docking, molecular dynamics simulations, and ADMET analysis, to design and evaluate new drug candidates rationally. The 2D-QSAR model, developed using constitutional, physicochemical, and topological descriptors, exhibited robust predictive performance (R^2 = 0.808, Q^2_{CV} = 0.748, R^2_{test} = 0.924), in line with best practices for QSAR modeling [4]. Its reliability was further validated using applicability domain analysis via the Williams plot, ensuring a rigorous evaluation of the model's predictive capacity[5].

Guided by QSAR predictions, three new Pim1 kinase inhibitors were designed and evaluated through molecular docking, revealing strong binding affinities and interaction profiles with the Pim1 active site (estimated binding energy: −10.4 to −11.5 kcal/mol). Among these, compound P2 demonstrated superior binding stability and efficacy compared to the reference compound 7q, consistent with prior findings on Pim1-targeted inhibitors[6]. Molecular dynamics simulations further confirmed the stability of these interactions over time, with compound P3 maintaining structural integrity within the active site under physiological conditions. ADMET analysis highlighted favorable pharmacokinetic properties, supporting the drug-like potential of these compounds for clinical applications[7].

This study underscores the value of computational techniques in accelerating the discovery of novel therapeutic agents for prostate cancer and highlights tetrahydropyrazolo derivatives as promising candidates for further experimental validation.

Keywords: Prostate Cancer, PIM-1 Kinase, QSAR, ADMET, Molecular Docking, Molecular dynamics.

References

(1) Belkahla, S.; Nahvi, I.; Biswas, S.; Nahvi, I.; Ben Amor, N. Advances and Development of Prostate Cancer, Treatment, and Strategies: A Systemic Review. *Front Cell Dev Biol* **2022**, *10*, 991330. https://doi.org/10.3389/fcell.2022.991330.

(2) Rebello, R. J.; Oing, C.; Knudsen, K. E.; Loeb, S.; Johnson, D. C.; Reiter, R. E.; Gillessen, S.; Van der Kwast, T.; Bristow, R. G. Prostate Cancer. *Nat Rev Dis Primers* **2021**, *7* (1), 1–27. https://doi.org/10.1038/s41572-020-00243-0.

(3) *Prostate Cancer Treatment (PDQ®) - NCI*. https://www.cancer.gov/types/prostate/hp/prostate-treatment-pdq (accessed 2024-12-25).

(4) Hutter, M. C. Molecular Descriptors for Chemoinformatics (2nd Ed.). By Roberto Todeschini and Viviana Consonni. *ChemMedChem* **2010**, *5* (2), 306–307. https://doi.org/10.1002/cmdc.200900399.

(5) *Understanding the Basics of QSAR for Applications in Pharmaceutical Sciences and Risk Assessment*; 2015.

(6) Liu, B.; Zhou, H.; Tan, L.; Siu, K. T. H.; Guan, X.-Y. Exploring Treatment Options in Cancer: Tumor Treatment Strategies. *Sig Transduct Target Ther* **2024**, *9* (1), 1–44. https://doi.org/10.1038/s41392-024-01856-7.

(7) Lipinski, C. A.; Lombardo, F.; Dominy, B. W.; Feeney, P. J. Experimental and Computational Approaches to Estimate Solubility and Permeability in Drug Discovery and Development Settings. *Advanced Drug Delivery Reviews* **2012**, *64*, 4–17. https://doi.org/10.1016/j.addr.2012.09.019.

HONEY INHIBITORY EFFECT AGAINST MULTISPECIES BACTERIAL BIOFILM

Dr. Iram LIAQAT
Tenured Associate Professor, Department of Zoology, Government College University, Lahore

Abstract

Bacterial biofilms are a major worldwide healthcare problem (urinary tract infections) and are associated with decreasing quality of life and significant patient morbidity. This study is first to test Pakistani honey bess, *Apis dorsata* and *A. cerana* honey samples as anti biofilm, anti quorum sensing (QS) and biofilm dispersal agents honey against multispecies biofilm of bacteria (obtained from obese patients). Briefly, five previously identified isolates *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Morganella morganii* and *Klebsiella pneumoniae* (MT448672-MT448676) were selected. Antibiogram study of all five isolates was tested against three antibiotics *viz*., erythromycin (20 µg/mL), lincomycin (100 µg/mL) and rifampicin (100 µg/mL). In order to form multispecies biofilm, identified bacteria were grown in batch culture by mixing equal volumes (OD_{590nm}= 0.1) of 2, 3 and 5 bacterial isolates. In total 11 groups (g1-g11) were made. Crystal violet (CV) staining method was used to evaluate the antibiofilm potential and biofilm dispersal potential of both honey samples. QS inhibition in *P. aeruginosa* was measured following culture supernatant method. Antibiogram study showed significant ($p < 0.05$) resistance by *P. aeruginosa* against tested antibiotics. *E. coli*, *M. morganii* and *K. pneumoniae* were significantly susceptible to erythromycin and *S. aureus* to lincomycin. Minimum inhibitory concentrations (MIC) values of both honey samples showed 2 and 5% concentrations as having significant ($p < 0.05$) inhibition potential of multispecies biofilm by all test groups (g1-g11). Though *A. dorsata* honey significantly inhibited biofilm formation at 2 and 5% against all groups but 2% concentration was highly significant against g2-g4 groups. Regarding *A. cerana* honey, 2% concentration was significantly effective against g1, g4-g7 and g9-g11 groups. Both honey samples significantly inhibited QS at 2 and 5%. The 5% concentration of *A. dorsata* honey significantly dispersed biofilm by all groups compared to 2% which showed dispersal potential only by g2 and g3 groups. Collectively, honey samples showed significant antibiofilm, anti-QS and biofilm dispersal potentials thus can be considered as good alternative to antibiotics.

Keywords: Honey potential as antibiofilm, quorum sensing, antibiotic resistance, resistant isolates

BACTERIAL BIOFILMS MEDIATED BIOREMEDIATION OF PESTICIDES CONTAMINATED SITES

Dr. Iram LIAQAT
Tenured Associate Professor, Department of Zoology, Government College University, Lahore

Abstract

Overuse of pesticides in agricultural soil and industrial wastewater containing dyes contaminate the environment severely and are toxic to animals and humans as well, so their removal from the environment is essential. The present study was focused on the bioremediation of pesticides (cypermethrin (CYP) and imidacloprid (IMI)) and dyes (malachite green (MG) and congo red (CR)) using biofilm of bacteria isolated from pesticides polluted agriculture soil and effluents from the textile industry. From pesticides polluted soil, four bacteria, namely, *Bacillus thuringiensis* (OP554568), *Enterobacter hormaechei* (OP723332), *Bacillus* sp. (OP586601), *Bacillus cereus* (OP586602) and from dyes polluted soil, three bacteria *i.e.*, *L. sphaericus* (OP589134), *Bacillus* sp. (OP589135) and *Bacillus* sp. (OP589136), were identified based on 16S rDNA analysis. Biofilm of individual and mixed cultures of indigenous bacterial isolates was developed and tested for their ability to degrade pesticides (CYP and IMI) and dyes (MG and CR). UV-visible and FTIR spectroscopy was used for the confirmation of CYP, IMI, MG and CR degradation. From all, the mixed culture of *B. thuringiensis* + *Bacillus* sp. (5A) (g7) showed the highest degradation (46.2%) against CYP (100µL) and the mixed culture of *B. thuringiensis* + *E. hormaechei* + *Bacillus* sp. (5A) + *B. cereus* (g11) highly degraded (70.0%) IMI (100µL) within 10 days of incubation at 37 ˚C. Mixed culture of *Bacillus* sp. (CF3) + *Bacillus* sp. (DF4) (g6) showed the highest degradation (86.76%) against MG (100µL) and mixed culture of *L. sphaericus* + *Bacillus* sp. (CF3) highly degraded (30.78%) CR (100µL). UV–Vis spectral analysis revealed the major peak at 224 nm of CYP, 263nm of IMI, 581nm of MG and 436nm of CR, which completely disappeared after biofilm treatment. FTIR analysis showed several major peaks which are completely or partly disappeared and the appearance of many new peaks after biofilm treatment. In conclusion, it is recommended that biofilm of these bacteria could be suitable agents for the bioremediation of pesticides and dyes. Pesticides degrading strains can be applied as biofertilizers in crops that are contaminated with CYP and IMI. These biofilm-forming strains should be further studied to understand the molecular machinery that regulates their degradation ability against pesticides and dyes.

This study expresses an ecofriendly approach for the bioremediation of harmful contaminants from the environment, like pesticides and dyes. These biofilm-forming strains should be further studied to understand the molecular machinery that regulates their degradation ability against pesticides and dyes.

Keywords: Biofilm, Bioremediation, Cypermethrin, Imidacloprid, Congo red, Malachite green

AB-INITIO CALCULATIONS OF THE STRUCTURAL, ELECTRONIC, AND MAGNETIC PROPERTIES OF THREE-DIMENSIONAL DILUTED MAGNETIC SEMICONDUCTORS

EL GARDY Oumaima
Mohammed V, university in Rabat Morocco

Abstract

The electronic and magnetic properties of the doped GeC by Cr and Mn are studied using the Koringa-Kohn-Rostoker (KKR) method combined with the coherent potential approximation (CPA). We have determined the nature of the forbidden band gap and investigated the metallic character when the doping is made by the chromium and the manganese. On the other hand, although the doping is above the percolation threshold, the total magnetic moment for $Ge_{1-0.25}TM_{0.25}C$ is 0.491 and 0.67 μ_B for Cr and Mn, respectively. Besides, the polarization as well as the main responsible source of magnetism in the system is determined. Finally, using the mean-field theory, the Curie temperature T_C is estimated for different concentrations. It was found that the effect of doping with Mn had a significant impact on T_C since it exceeded the room temperature. The findings of this work suggest GeC-based diluted magnetic semiconductors as potential materials for electronics applications.

FACE RECOGNITION ATTENDANCE SYSTEM

Vrunda BHATT
M. VARDHINI
M. SURESH
REHANA
Department of Computer Science and Engineering(AIML), Bharat Institute of Engineering and Technology, Hyderabad, India.

Abstract

The Face Recognition Attendance System is a project built with Python libraries such as OpenCV for image processing and the K-Nearest Neighbors (KNN) algorithm for classification. This system automates attendance tracking by recognizing individuals based on their facial features. The primary goal is to provide an efficient, accurate, and contactless method of recording attendance that minimizes manual errors and prevents fraudulent practices.

The system begins with data collection, where facial images are captured using a webcam or sourced from existing datasets. OpenCV is employed to detect faces in the images and preprocess them. Once preprocessing is complete, the KNN algorithm extracts facial features and compares them against a pre-trained dataset to determine the closest match using distance metrics like Euclidean distance. The identity corresponding to the majority of the nearest matches is then assigned, ensuring accurate recognition.

Process: Data Collection > Preprocessing > Feature Extraction and Training > Real-Time Recognition > Attendance Logging. This automated process not only streamlines attendance management but also enhances security by reducing the risk of impersonation.

Keywords: Face Recognition, Attendance System, Computer Vision, Machine Learning.

SYNTHESIS, X-RAY DIFFRACTION, AND COMPUTATIONAL ANALYSIS OF A NOVEL COMPOUND: 2-ETHYL-N-PHENYLMETHANAMINIUM DIHYDROGEN PHOSPHITE

El. MAJDI
S. ZERRAF
M. E. BELGHITI
Said BELAAOUAD
Laboratory of Physical Chemistry of Applied Materials, Ben M'Sick Faculty of Sciences, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco.

Abstract

This work presents a comprehensive characterization of a novel organic-inorganic phosphite, 2-ethylanilinium phosphite $[CH_3CH_2C_6H_4NH_3]PO_3$, starting by chemical preparation, crystal structure characterization, and computational techniques (DFT, HAS, and ELF). The compound was synthesized by reacting phosphorous acid with N,N-Dimethylaniline. Single crystal X-ray diffraction analysis revealed its triclinic crystal system with the space group $P\bar{1}$. The structure was refined using the least-squares method. The compound's structure comprises anions and cations linked through strong hydrogen bonds, forming a 3D framework. A comparative study between X-ray diffraction and DFT-minimized geometrical descriptors showed slight bond lengths and angle discrepancies. Local and global reactivity, molecular orbital contributions, and intermolecular interaction properties were assessed using 3D-MEPs, FMO (HOMO/LUMO), DOS, and Hirshfeld surface analyses (HSA), respectively. The primary intermolecular interactions responsible for stabilizing the crystal structure were identified as N–H···O and C–H···O hydrogen bonds. The combined experimental and computational approach provided a detailed understanding of the synthesized material at both the molecular and crystalline levels.

Keywords: 2-ethylanilinium-phosphite; X-ray diffraction; (HSA; ELF, DFT**)-**calculations.

CONTRIBUTION AND FUNCTION OF LOCAL TAX AS A SOURCE OF LOCAL REVENUE IN BANJAR CITY

Muhammad Mifta ALFAHRIZI
Gesya Aviska SATRIANI
Afifah Tarisya PUTRI
Ryan Ibko ALBANA
Faculty of Economics and business dan Bisnis, D3 Taxation, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia.

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze how local taxes contribute as a source of local revenue for infrastructure development in Banjar City. Local taxes have great potential to support the central budget and national development. With optimal local tax revenues, the central government can focus on strategic national priority programs, while the regions are able to finance their own specific needs independently without relying on the existing APBN. This can certainly encourage economic growth in each region. If economic growth in a region increases, the welfare of the people in that region will also increase. Thus, local taxes have many functions and benefits that have a positive impact on society..

Keywords: Regional Taxes, Types of Regional Taxes, Regional Autonomy, Regional Original Income.

REVIEWING THE VOID OF TECHNICAL REGULATIONS: A COMPARATIVE STUDY OF LOCAL TAX ADMINISTRATION PROCEDURES BETWEEN PRABUMULIH, YOGYAKARTA, AND LAMONGAN

M. Aziz Fatur RACHMAN
Tiara Sapana Cahya CHAIRUL
Rajesa Arya WIDANA
Zulvina Syah PUTRI
D-III Taxation, University of Lampung, Bandar Lampung City

ABSTRACT

The article dicusses the rhe regulatory void concerning the procedures for tax correction, cancellation, reduction, and elimination in the City of Prabumulih. According to Regional Regulation of Prabumulih City Number 1 of 2021, which is the second amendment to Regional Regulation Number 2 of 2011 on Regional Taxes, it briefly grants authority to the Mayor to correct local taxes. However, the detailed procedures that should be regulated in the Mayor's Regulation are difficult for the public to access. This article employs a literature review method to understand the legal framework and applicable regulations, as well as a comparative analysis method to compare the regulations in Prabumulih City with Yogyakarta Mayor Regulation Number 9 of 2023 on the Procedures for Cancellation of Local Tax Determination and Lamongan Regent Regulation Number 16.1 of 2019 on the Procedures for Correction, Cancellation, Reduction of Determination, Exemption, and Elimination or Reduction of Local Tax Administrative Sanctions. The findings show that the lack of clear regulations in Prabumulih City creates legal uncertainty and can disadvantage taxpayers seeking tax corrections. Therefore, efforts from the local government are needed to promptly issue and publish the Mayor's Regulation governing the procedures for tax correction, cancellation, reduction, and elimination to improve tax administration efficiency and protect taxpayers' rights in Prabumulih City.

Keywords: Regulatory Void, Local Taxes, Tax Administration, Legal Uncertainty, Comparative Study, Regional Regulation, Taxpayer Rights, Local Government Policy, Procedural Justice, Public Access to Regulation.

ASSESSMENT OF TRADITIONAL SOIL CONSERVATION MEASURES UNDER VARIED SPATIO-TEMPORAL CONDITIONS USING RUSLE MODEL

Khalid SULAIMAN
Al-Amin Danladi BELLO
Abdullahi Sule ARGUNGU
Bashir TANIMU
Aliyu ISHAQ
Nura ABDULLAHI
Department of Water Resources and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Ahmadu Bello University-Zaria

Abstract

The current study aims to assess the problem of soil erosion in the Kubanni River watershed as a result of gradual land use/land cover (LULC) conversion. The Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) model with GIS data is used to achieve this goal. The investigation reveals a significant amount of soil erosion for its size, with an annual average of 388.1 tonnes per hectare per year for the 2022 LULC and decreasing to 285.11 tons/ha/yr when the LULC descends to 2013. This study examined a situation relevant to LULC, when rainfall increased, suggesting the possible aggravation of soil erosion under these conditions. The paper proposes using traditional agriculturally based soil conservation strategies to control and avoid soil erosion. Terracing, contouring, and stripping were the three agricultural practices evaluated. Terracing was suggested as the most effective method, capable of reducing yearly soil loss by at least 50%. As a result, it is offered as a partial solution to protect rural agriculturally dominated watersheds from soil erosion and to improve land management within the watershed.

Keywords: Soil erosion, Watershed modeling, Remote sensing. Land-use changes, RUSLE

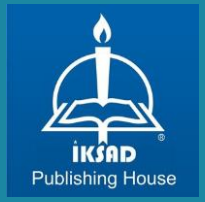
THE INFLUENCE OF WATTPAD PLATFORM ON ADOLESCENT LITERACY AND MORAL

Listra YUNINGSI
Mas BAMBANG
Mathematics Education, University of Sulawesi Barat

ABSTRACT

Wattpad is an online platform to accommodate writers and readers. The purpose of this study is to find out how influence of the wattpad platform as digital literacy media in encouraging reading interest and the user's writing ability, and influence of wattpad reading on adolescent morals. The search method used is a qualitative method and the data collection technique used is the probability sampling method by conducting interviews and indirect obserations. Wattpad application is very easy to be accessed by anyone because application features that are not too complicated for new users so that allows many underage users. This study indicate that wattpad has an influence on literacy and adolescent morals.

Keywords: wattpad, literacy, adolescent morals



isarc

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER



https://www.isarconference.org/

ISBN: "978-625-378-231"