



4. INTERNATIONAL MARDİN

SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

23-24 OCTOBER 2025
MARDİN-TÜRKİYE



Editors:

Prof. Dr. Cemil İNAN

Prof. Dr. Umut Korkut SEVİM

Assist. Prof. Dr. Engin İŞ



INDEX

CONGRES ID		II-IV
PROGRAM		V-XXVIII
GALLERY		XXIX-XXXIV
ACADEMIC INCENTIVE		XXXV
NOTIFICATIONS		XXXVI-XLVII

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

**4. INTERNATIONAL MARDİN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION
CONGRESS**

DATE AND PLACE

23-24 OCTOBER 2025, MARDİN ONLINE PRESENTATIONS

ORGANIZATION

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

GENERAL COORDINATOR

Uzm. Yasemin AĞAOĞLU

EDITOR

**Prof. Dr. Cemil İNAN
Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM
Assist. Prof. Dr. Engin İŞ**

ORGANIZING COMMITTEE

**Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA
Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Prof. Dr. Hilmi YÜCEL
Prof. Dr. Mehmet DEMİR
Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Prof. Dr. Sancar BULUT
Prof. Dr. Serpil ÜNVER SARAYDIN
Prof. Dr. Tolga ULUSOY
Prof. Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR
Assoc. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
Assoc. Prof. Dr. Başak Gül AKAR
Assoc. Prof. Dr. Caner YERLİ
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 KARAMAN
Assoc. Prof. Dr. Orhan TURAN
Assoc. Prof. Dr. Malik YILMAZ
Assoc. Prof. Dr. Melih OKCU
Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK
Assoc. Prof. Dr. Özlem ÜLGER DANACI
Assoc. Prof. Dr. Seda BENGİ
Assoc. Prof. Dr. Sema SAĞLIK
Assoc. Prof. Dr. Şükrü KALAYCI
Assoc. Prof. Dr. Zamiğ TEHMEZOV
Assoc. Prof. Dr. Zeynep Deniz ŞAHİN İNAN
Assoc. Prof. Dr. Zühal OKCU**

Dr. Abdullah ATILGAN
Dr. Canan TERCAN
Dr. Elvan CAFEROV
Dr. Fatma AZİZOĞLU
Dr. Gönül GÖKÇAY
Dr. Hakkı ŞİMŞEK
Dr. Hayri YILDIRIM
Dr. Sevil ÖZCAN
Dr. Sümeyye GÖKÇENOĞLU
Dr. Şengül ŞENTÜRK

*‘Compliance With Publication Ethics Is The Sole Responsibility Of The Authors; Accordingly,
They Bear Both Ethical And Legal Accountability’*

ISBN: ‘978-625-378-363-1’

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 PAVLOVIĆ
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia*

*Prof. Dr. Morakeng Edward
Kenneth LEBAKA University Of Zululand*

*Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
Cumhuriyet University*

*Prof. Dr. Jain SADHNA
University Of Delhu*

*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. Zharkynbike SULEIMENOVA
Kazakh National Women's Pedagogical University*

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 Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Ersoy ZENGİN
Munzur University

Assoc. Prof. Dr. Hasan TELLİ
Mersin University

Assoc. Prof. Dr. Oqtay QULİYEV
Azərbaycan Dövlət İktisat Universiteti

Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk RENÇBER
Gaziantep University

Assoc. Prof. Dr. Sahure YARIŞ
Dicle University

Assoc. Prof. Dr. Salman Bashir MEMON
Shah Abdul Latif University

Assoc. Prof. Dr. Sancar BULUT
Kayseri University

Assoc. Prof. Dr. Sevcen 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

Doç. Dr. Yılmaz SEÇİM
Necmettin Erbakan University

Assoc. Prof. Dr. Zamiq TEHMEZOV
Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti

Dr. Ajay B. GADİCHA
Sant Gadge Baba Amravati University

Dr. Amira TANDIROVIĆ GURSEL
Adana Alparslan Türkeş University of Science and Technology

Dr. Aqil MEMMEDOV
Azərbaycan Devlet İktisat University

Dr. Babak SAFAEI
Tsinghua University

Dr. Elşen MEMMEDLİ
Azərbaycan Devlet İktisat University

Dr. Faisal SULTAN
Hazara University

Dr. Ghanshyam BARMAN
Uka Tarsadia University

Dr. Gülnar MİRZEYEVA
Azərbaycan Devlet İktisat University

Dr. Gülşen MEHERREMOVA
Azərbaycan 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
Azərbaycan 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



Scientific Development and Innovative Approach

4. INTERNATIONAL MARDİN SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 OCTOBER 2025 MARDİN

Congress Program

Participant Countries:

ALBANIA/ALGERIA/AZERBAIJAN/INDIA/INDONESIA/IRAN/KKTC/NIGERIA/MACEDONIA/MOROCCO
/ROMANIA/PAKISTAN/SERBIA/TURKEY/ UNITED KINGDOM/UZBEKISTAN

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session. The presentation will have **15 minutes** (including questions and answers). 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. Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time. All congress participants can connect live and listen to all sessions. During the session, your camera should be turned on at least %70 of session period. Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

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. Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session. **Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number, exp. Hall-1, Fatih KARİPOĞLU**

ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN

Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır. Sunumlar için **15 dakika** (soru ve cevaplar dahil) süre ayrılmıştır. Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID or Personal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturma 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 **10 dk öncesinde** oturma bağlanmış olmaları gerekmektedir. Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir. Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

TEKNİK BİLGİLER

Bilgisayarınızda mikrofona 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. **Zoom'a giriş yaparken önce lütfen adınızı, soyadınızı ve SALON numaranızı yazınız, Örnek: Hall-1, Fatih KARİPOĞLU**

Toplantı Kimliği: 874 1711 4442

Parola: 939102

<https://us02web.zoom.us/j/87417114442?pwd=x11nLflNaK802iWZ0l536pCElBEOib.1>

24.10.2025 / Hall-1, Session-1



ANKARA LOCAL TIME

10⁰⁰ : 11⁴⁵



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr.Serkan GÜLDAL

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Batio ₃ (Pm-3m): A CROSS-DISCIPLINARY CITATION ANALYSIS	Assist. Prof. Dr.Serkan GÜLDAL	Adiyaman University
Physically Realistic Synthetic Data Generation For Crystal Structures Using The Metropolis Algorithm	Assist. Prof. Dr. Serkan GÜLDAL	Adiyaman University
Evaluation Of Reaction Cross Sections Of Neutron Poison Sm Isotopes With Thermal, Epithermal, And Resonance Neutrons	Assoc. Prof. Nergiz YILDIZ YORGUN	Van Yuzuncu Yil University
Investigation Of The Molecular Docking And Drug-Likeness Potential Of The Compound ((E)-2-((4-Hydroxybenzylidene)Amino)-3,5-Dimethoxyphenol) (Bedim), A Fluorogenic Turn-Off Probe And Schiff Base	Müdahhara KARACA Suzan ŞAHİN DOĞAN Mustafa ÇİÇEK Duygu AYDIN Assoc. Prof. Dr. Aytaç KOCABAŞ	Karamanoglu Mehmetbey University
Investigation Of The Drug Potential Of Phenolphthalein-Appended 4-Methylthiosemicarbazide (Php), A Turn-On Sensor, By Molecular Docking And Pharmacokinetic Methods	Müdahhara KARACA Suzan ŞAHİN DOĞAN Mustafa ÇİÇEK Duygu AYDIN Assoc. Prof. Dr. Aytaç KOCABAŞ	Karamanoglu Mehmetbey University
Calculations Of Neutron Cross Sections Of Some Fission Products In The 0–100 Mev Energy Range Using Phits	Asst. Prof. Dr. Ömer Faruk ÖZDEMİR Assoc. Prof. Nergiz YILDIZ YORGUN	Van Yuzuncu Yil University
Green Process, Green Membrane; Preparation And Characterization Of Forward Osmosis Membranes	Prof. Dr. Gülsen ASMAN Neslihan SIRTILI	Gazi University

24.10.2025 / Hall-2, Session-1



ANKARA LOCAL TIME

10⁰⁰ : 12⁰⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Fırat KIPÇAK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A Social Awareness Analysis Of Hydroelectric Power Plants And Fish Passages In The Provinces Of Gümüşhane And Bayburt	PhD. Student, Ahmet Emir KÖSE Prof. Dr. Salim Serkan NAS	Gumushane University
Web-Based Artificial Neural Network Applications For Educational Purposes: A Case Study Of The Neuroquick Laboratory Simulator	Assist. Prof. Dr. Uğur KESEN	Marmara University
Use Of Bismuth-Based Catalysts Instead Of Tin In Polyurethane Sponge Production And Its Effect On Air Permeability	Aysel Sila TOPÇU Muhammet Barış EKİCİ Eren ERTİK Murat ZENGİN Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN	Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi/Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Mechanical Performance Analysis Of Polyurethane Sponges Synthesized Using Low-Toxicity Bismuth Catalyst	Aysel Sila TOPÇU Muhammet Barış EKİCİ Eren ERTİK Murat ZENGİN Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN	Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi/Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Investigation Of Thermal Performance Of Battery Module With Fins And Phase Change Material In Open And Closed Environments	Eyyüp TEKER Assist. Prof. Dr. Mustafa Yasin GÖKASLAN	Van Yüzüncü Yıl University
Classification Of Electrical Power System Faults Using The Avoa-Lstm Method	Assist. Prof. Dr. Alişan AYVAZ	Amasya University
Improving the Performance of Particle Swarm Optimization in Maximum Power Point Tracking of Photovoltaic Systems under Partial Shading Conditions	Phd. Ömer Faruk ÇİRİŞ Prof. Dr. Ramazan TAŞALTIN Assist. Prof. Dr. Süleyman ADAK	Kahramanmaraş Sütçü İmam University/Mardin Artuklu University
The Effect Of Shear Reinforcement On The Performance Of Reinforced Concrete Slabs	Assist. Prof. Dr. Fırat KIPÇAK	Van Yüzüncü Yıl University

24.10.2025 / Hall-3, Session-1



ANKARA LOCAL TIME

10³⁰ : 12⁰⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Use of Bio-Calcium-Containing Mussel Shells and Ashes in Cement-Based Composites: Mechanical Performance, Microstructural Densification and Pozzolanic Reactivity	Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM Prof Dr.Hülya ŞEREFLİŞAN Assoc. Prof. Dr. Kerim Emre ÖKSÜZ Zişan KOÇ	İskenderun Teknik University /Sivas Cumhuriyet University
Effect of Freshwater Zebra Mussel Shell Ash on the Strength of Cement-Based Composites	Zişan KOÇ Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM Prof. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN	İskenderun Teknik University
Ecophysiological And Ecological Effects Of Climate Change On Mollusc Species	Prof. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN Dr. Ahmet ALKAYA Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM Assoc. Prof. Dr. Kerim Emre ÖKSÜZ	İskenderun Teknik University
The Role Of Mussel And Oyster Secretions In The Development Of Biomimetic Adhesives	Prof. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN Dr. Ahmet ALKAYA	İskenderun Teknik University
Microbiological Quality and Hygienic Assessment of Retail Chicken Meat Cuts	Assoc. Prof. Dr. Berna DUMAN AYDIN Prof. Dr. Aydın VURAL Res. Assist.Enes SEZER Vet. Hek.Zeynep GÜNEY Prof. Dr.Mehmet Emin ERKAN	Dicle University/Tarım ve Orman Bakanlığı, Elazığ Veteriner Kontrol Enstitü Müdürlüğü
Investigation Of The Antimicrobial And Antioxidant Activities Of Cistus And Plantago Seeds After Imbibition	Lect. Dr. Ahmet İsmail ÖZKAN Lect. Dr. Uğur IŞIK Lect., Mesut NAMLI Lect. Deniz CANBOLAT GÜLTEKİN	Artvin Çoruh University

24.10.2025 / Hall-4, Session-1



ANKARA LOCAL TIME

10³⁰ : 12⁰⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Aysel BAŞOĞLU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Functional Importance And Performance Effects Of Fennel (Foeniculum Vulgare) In Animal Feeding	Dr. Savaş DEMİR İrfan İNAN Prof. Dr. Zehra EKİN	Van Yüzüncü Yıl University
The Effects Of Global Climate Change On Agricultural Production	İrfan İNAN Dr. Savaş DEMİR Prof. Dr. Zehra EKİN	Van Yüzüncü Yıl University
ADDITIVES; USED IN EDIBLE FILMS AND COATINGS	Nurşehadet YILDIRAY Assist. Prof. Dr. Öznur ÖZ ATASEVER	Tokat Gaziosmanpaşa University
Synthesis And Characterization Of Schiff Base And Nitro-Phenanthroline Co-Ligand Cu(II) And Fe(II) Complexes	Assoc. Prof. Dr. Ahmet Oral SARIOĞLU Doç. Dr. Hatice Gamze SOĞUKÖMEROĞULLARI	Gaziantep University
Synthesis And Characterization Of Cu(II) And Fe(II) Metal Complexes With Schiff Base And 1,10-Phenanthroline Co-Ligand	Assoc. Prof. Dr. Ahmet Oral SARIOĞLU Assoc. Prof. Dr. Hatice Gamze SOĞUKÖMEROĞULLARI	Gaziantep University
Colorimetric Sensor For Au ³⁺ Detection Using Green-Synthesized Silver Nanoparticles	Assist. Prof. Dr. Aysel BAŞOĞLU	Gümüşhane University

24.10.2025 / Hall-5, Session-1



ANKARA LOCAL TIME

10³⁰ : 12⁰⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Dr. Sinan KIZILTOPRAK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Ethical Sensitivities Of Businesses As Strategic Units	Dr. Sinan KIZILTOPRAK	Duzce University
Evaluation Of Businesses' Perspective On Human Beings Within The Framework Of Values	Dr. Sinan KIZILTOPRAK	Duzce University
Adaptive Boundary Penalization And Error Analysis In Physics-Informed Neural Networks	Nail MAMMADOV Davud TARVERDILI Gulshan UMUD MAMMMADOVA	Azerbaijan State Economy University/Gymnasium With Natural Sciences Bias/ AZERBAIJAN
The Role Of Prompt Engineering In The Production Quality Of Artificial Intelligence: A Comparative Analysis Of Different Prompting Strategies	Assist. Prof. Dr. M. Akif YENİKAYA	Kafkas University
The Governor Of Jerusalem Artuq Bey	Ayten BAŞABAŞ DİRİER Prof. Dr. Cemil İNAN	Mardin Artuklu University
Mardin Ebruî Kültürünün Sıra Gecesi "L E Y L Ê "	Ayten BAŞABAŞ DİRİER Prof. Dr. Cemil İNAN	Mardin Artuklu University

24.10.2025 / Hall-6, Session-1



ANKARA LOCAL TIME

10³⁰ : 12³⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Faruk GÜVEN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Relation Between Nostalgia, Empathy, Attachment and Facial Emotion Categorisation	Dr. İrem ÖZDEMİR Prof. Dr. Tim WILDSCHUT Dr. Erich W. GRAF	Çukurova University/University of Southampton/ UNITED KINGDOM
The 12-Day War In The Shadow Of Discourses And Representations	Assist. Prof. Dr. Artun DİNÇ	Gümüşhane University
Spatial Coherence And Species Distribution: Geographical Analysis Of Animal Breeds In The Trc3 Region	Assoc. Prof. Dr. Numan ERTAŞ	Van Yuzuncu Yıl University
A General Overview Of Parental Mediation	K. Nur KARAGÜL Prof. Dr. Yeliz KINDAP TEPE	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Sharenting: An Overview	Şevval ÇAMUR Prof. Dr. Yeliz KINDAP TEPE	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Yaşlı Nəslin Sağlamlığının Qorunmasında Piyada Gəzməyin əhəmiyyəti	MAYA ZAHİR HEYDƏROVA	AZƏRBAYCAN İDMAN AKADEMİYASI/AZERBAIJAN
Examining The Suitability Levels Of Recreational Areas For Disabled Individuals	Yeşim AKINTUNÇ Assoc. Prof. Dr. Faruk GÜVEN	Karamanoğlu Mehmetbey University
An Analysis Of The Quality Of Life Levels Of University Students Residing In The Credit And Halls Of Residence Institution	Rolbin BÜGE Assoc. Prof. Dr. Faruk GÜVEN	Karamanoğlu Mehmetbey University

24.10.2025 / Hall-7, Session-2



ANKARA LOCAL TIME

11⁰⁰ : 13⁰⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Engin İŞ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Anatomical Evaluation Of Flexibility, Balance, And Grip Strength In Young Athletes Across Different Sports	Assist. Prof. Dr. Aysun GÜLER KANTER Assist. Prof. Dr. Nesrin ÇELİK	Kilis 7 Aralık University
Teachers' Views On The Use Of Offensive Clichés In A High School With A Successful Student Profile	Assist. Prof. Dr. Yusuf SÖZER Assist. Prof. Dr. Abdullah YILDIRMAZ	Batman University
Youth Service Management Models In Local Government: The Case Of Ankara Metropolitan Municipality	Prof. Dr. Gökhan ACAR Dr. Kayhan SERİN	Uşak University/Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Effects Of Unfair Management Practices Of School Administrators On Teachers: Teachers' Perceptions And Proposed Solutions	Assist. Prof. Dr. Engin İŞ	Mardin Artuklu University
The Change In Children's Interactions With Digital Technology In Turkey Over Time: A Comparative Analysis Of Tüik Data	Lect. Betül KAPKIN İÇEN Res. Assist. Amine Nur ARIKAN Res. Assist. Mehmet Emin ÇAY Assoc. Prof. Dr. Osman Tayyar ÇELİK Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM	İnönü University
The Effect Of The Activity-Based Values Education Program On The Social Skills Of 5-6 Year Old Children	Assist. Prof. Dr. Zekeriya ÇALIŞKAN Lect. Betül KAPKIN İÇEN	İnönü University
Multiplicative Quaternionic Curves	Assoc. Prof. Dr. Zehra ÖZDEMİR	Amasya University
Multiplicative Quaternionic Surfaces	Assoc. Prof. Dr. Zehra ÖZDEMİR	Amasya University

24.10.2025 / Hall-8, Session-2



ANKARA LOCAL TIME

11⁰⁰ : 12⁰⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Res. Assist. Amine Nur ARIKAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Development Of Teaching Materials Based On The Purdue Model Regarding The Volume Of Rectangular Prisms	Ulaş ÇALIK Prof. Dr. Esra ALTINTAŞ Prof. Dr. Şükrü İLGÜN	Aydın Adnan Menderes University/Kafkas University
An Examination Of The Cognitive Demand Levels Of Activities In 6th-Grade Middle School Mathematics Textbooks Prepared According To The Türkiye Century Education Model	Yağmur ULUTAŞ Prof. Dr. Esra ALTINTAŞ Prof. Dr. Şükrü İLGÜN	Aydın Adnan Menderes University/Kafkas University
A Comparison Of Statistical Data On Children In Need Of Protection In Türkiye	Res. Assist. Amine Nur ARIKAN Res. Assist. Mehmet Emin ÇAY Lect. Betül KAPKIN İÇEN Assoc. Prof. Dr. Osman Tayyar ÇELİK Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM	İnönü University,
Görsel Motor Beceriler Üzerine Türkiye'de Yapılmış Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi	Res. Assist. Mehmet Emin ÇAY Lect. Betül KAPKIN İÇEN Res. Assist. Amine Nur ARIKAN Assoc. Prof. Dr. Osman Tayyar ÇELİK Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM	İnönü University,

24.10.2025 / Hall-9, Session-2



ANKARA LOCAL TIME

11⁰⁰ : 13¹⁵



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Hatice Kübra BARCIN GÜZELDERE

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Anesthetic Management In Laryngeal Cancer And Laryngectomy	Uzm. Dr. Çağrı BALCI	Isparta City Hospital
Spinal Anesthesia Management In A Pregnat Patient With Situs Inversus : A Case Report	Uz. Dr. Yusuf İPEK Assoc. Prof. Dr. Hakan AKELMA	Mardin Eğitim ve Araştırma Hastanesi/Artuklu Üniversitesi
Improving Nutritional Knowledge Through Education: Impacts On Quality Of Life And Psychosocial Well-Being	Assist. Prof. Dr. Hatice Kübra BARCIN GÜZELDERE Assist. Prof. Dr. Merve İNAN BUDAK Prof. Dr. Fatma Esra GÜNEŞ	Istanbul Medeniyet University
Clinical Learning Environment In Nursing Education	Research Assistant Sebahat KUŞLU Research Assistant Dr. Ayşe EMİNOĞLU GÜVEN	Gaziantep Islam Science and Technology University
Clinical Decision-Making In Nursing	Res. Assist. Sebahat KUŞLU Res. Assist. Dr. Ayşe EMİNOĞLU GÜVEN	Gaziantep Islam Science and Technology University
İmmün Kontrol Noktası İnhibitörlerinden Nivolumab: Yan Etkiler ve Hemşirelik Yönetimi	Assist. Prof. Dr. Ulku SAYGILI DUZOVA	Selçuk University
The Relationship Between Treatment Adherence, Physiological Parameters, And Diabetic Foot Knowledge In Individuals With Type 2 Diabetes: Determinants Of Foot Care Knowledge	Assist. Prof. Dr. Ulku SAYGILI DUZOVA Assoc. Prof. Dr. Emine Kaplan Serin RN Semra Usta	Selçuk University/Mersin University/Osmaniye Bahçe State Hospital
Comparison Of Impression Techniques In Full-Arch Implant-Supported Prostheses	Uzm. Dt. Merve Buse KULTAŞ KALELİ	Meram Oral and Dental Health Center
Enhancing Workplace Motivation: Psychological Resilience, Well-Being, And Hope	Abdullah SEVİM Yasin DURAN	Batman University

24.10.2025 / Hall-10, Session-2



ANKARA LOCAL TIME

11⁰⁰ : 12³⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Hale TORUN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Rifai Ritual In Istanbul's Long-Standing Sufi Culture: The Qiyam Kalima Al-Tawhid	Assist. Prof. Dr. Levent KAYA	Yıldız Technical University
The Notion Of Exile As Destiny In Amin Maalouf's Ports Of The East	Assoc. Prof. Dr. Hale TORUN	İstanbul Aydın University
Citizens Of Nature: Discover, Learn, Share	Tayfur SARI	Avukat Hasan Hüsnü Kılıç İlkokulu
A Formal Analysis Of Two Beste Compositions In Hacı Sadullah Ağa's Bayatî-Araban Suite	Assoc. Prof. Dr. Ünsal DENİZ Lect. Gülgün ÇOLAK	İnönü Univesity Devlet Konservatuarı/Gaziantep Türk Musikisi Devlet Konservatuarı
A Modal Analysis Of Cinuçen Tanrıkorur's Work "A Bir Büselik Mehlika Sultan"	Assoc. Prof. Dr. Ünsal DENİZ Lect. Gülgün ÇOLAK	İnönü University Devlet Konservatuarı/Gaziantep Türk Musikisi Devlet Konservatuarı
The Effect Of Green Psychological Climate On Green Knowledge Sharing: A Study On Tourism Sector Employees In Karaman	Dr. Evrim TARTAN SELÇUK Lect. Dr. Vural DENİZ Prof. Dr. Gökhan KERSE	Karamanoğlu Mehmetbey University/Selçuk University/Kafkas University

24.10.2025 / Hall-11, Session-3



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13³⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Nevzat KELEŞ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Discussion of İlitam Theology Programs in Terms of Cognitive, Affective and Psychomotor Objectives	Assist. Prof. Dr. Muhyettin ÖZEN	Van Yüzüncü Yıl University
A Muhaddith With Authority In Jarh And Ta'dil: Abū Mushir (D. 218/833) – His Scholarly Character And Methodology In Jarh And Ta'dil	Macit DEMİRER	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
An Analysis Of The Work Named Merah Al-Arwah From The Perspective Of Morphology (Sarf)	Assist. Prof. Dr. Şehmus ÜLKER	Şırnak University
Religious And Sectarian Life During The Artukid Period	Assoc. Prof. Dr. Nevzat KELEŞ	Bingöl University
21st-CENTURY AZERBAIJANI CHILDREN'S LITERATURE AND ZAUR USTAJ'S PLACE IN THIS SOCIETY	Ayətəxan Ziyad (İsgəndərov)	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Modern Approaches to the Diagnosis and Treatment of Adhesive Bowel	P.H. Necefquliyeva F.M.Shirinova	Azerbaijan Medical University/AZERBAIJAN
SONGS AND LULLABIES IN PALESTINIAN CHILDREN'S LITERATURE	Medine DOĞRU Assoc. Prof. Dr. Harun ÖZEL	Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Ways In Which Loanwords From English Entered The Azerbaijani Language	Mansura NURALIYEVA	AMEA akad Z.M.Bünyadov adına Şərqlşünaslıq İnstitutunun dissertantı/AZERBAIJAN

24.10.2025 / Hall-12, Session-3



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13¹⁵



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Tuğçe YAŞAR KÜÇÜK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Design, Synthesis, And Structural Characterization Of (1e,4e)-1,5-Bis(5-Methylfuran-2-Yl) Penta-1,4-Dien-3-One Oxime	E. Vildan BURGAZ Mahya TANHA Seyed Armin HOUSHMAND KIA	Eastern Mediterranean University/International Final University/KKTC
New Targets For Epigenetic Drugs (Epi-Drugs)	Assist. Prof. Dr. Tuğçe YAŞAR KÜÇÜK	Ağrı İbrahim Çeçen University
Tumor Microbiome And Cancer Genetics Interaction	Assist. Prof. Dr. Tuğçe YAŞAR KÜÇÜK	Ağrı İbrahim Çeçen University
Microbiota And Radiotherapy/Chemotherapy Sensitivity: Mechanisms And Clinical Implications	Assist. Prof. Dr. Elif AYDIN Assoc. Prof. Dr. Ayşe KOÇAK SEZGİN	Ağrı İbrahim Çeçen University/Kütahya Health Sciences University
Akkermansia Muciniphila And Immunotherapy Response: Biomarker Potential And Intervention Approaches	Assist. Prof. Dr. Elif AYDIN Assoc. Prof. Dr. Ayşe KOÇAK SEZGİN	Ağrı İbrahim Çeçen University/Kütahya Health Sciences University
Determining The Effect Of Core Training Applied To Sedenter Individuals On Sleep Quality And Exercise Perception	Lect. İnan ATILŞ Assist. Prof. Dr Necmettin İŞÇİ	Iğdır University
A Rare Case Of Multifocal Epithelial Hyperplasia On The Tongue	Res. Assist. İrem Betül ŞEN Res. Assist. Yakup ŞEN Assist. Prof. Dr. Adem ÖZDEMİR Assist. Prof. Dr. Sümeyye COŞGUN BAYBARS	Fırat University

24.10.2025 / Hall-13, Session-3



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 12⁴⁵



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Gulsum OZTURK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Influence Of Cytokinin Concentration On Shoot Multiplication And Growth In Kalanchoe Daigremontiana	Muhammet Anil AYDIN Prof. Dr. Gulsum OZTURK	Ege University
In Vitro Propagation Of Euphorbia Milii	Muhammet Anil AYDIN Prof. Dr. Gulsum OZTURK	Ege University
Weeds As A Problem In Orchards	Res. Assist. Seren DOĞAR KAVAN	Iğdır University
Weeds As A Problem In Vegetable Gardens	Res. Assist. Seren DOĞAR KAVAN	Iğdır University
The Most Commonly Cultivated Plants in Greenhouse Soilless Agriculture	Dr. Esra KUTLU SEZER	Ankara University

24.10.2025 / Hall-14, Session-3



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13⁴⁵



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Muhammet Raci AYDIN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Modal Analysis Of Honeycomb Sandwich Composite Panels With Intraply Hybrid Surface And Filled With Polyurethane Foam At Different Ratios	Assist. Prof. Dr. Muhammet Raci AYDIN	Iğdır University
High Speed Machining Of Titanium Alloys	Rıdvan YETİŞKİN Assoc. Prof. Dr. Yılmaz KÜÇÜK Prof. Dr. M. Sabri GÖK	Bartın University
The Methods Applied In Machining Carbon Fiber Reinforced Polymer Composites	Recep Tayyip ÇÜMANGİN Assoc. Prof. Dr. Yılmaz KÜÇÜK Prof. Dr. M. Sabri GÖK	Bartın University
Improvement Of The Frequency Response Of A Low-Pass Fractional-Order Filter And Its Digital Implementation With Fpga	Lect. Ömer PEKTAŞ Assoc. Prof. Dr. Murat KÖSEOĞLU	Inonu University/Karamanoglu Mehmetbey University
Classification of Multi-Label Animal Behaviors Using IMU Time Series Data: A Comparative Analysis of Transfer Learning and Domain Adaptation Methods	Furkan SAY Assoc. Prof. Dr. Çiğdem AÇI	Mersin University

24.10.2025 / Hall-15, Session-3



ANKARA LOCAL TIME

11 30 : 13 15



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Dr.Tawseef Ahmad

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Thermoelastic Characteristics of a Symmetric Composite Laminated E-Glass/Epoxy	Adel DELIOU Takieddine Bouklia Samir DJIMLI Mohamed Kemiha Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	University of UMSB of Jijel/ Center of Research in Mechanics (CRM) P.O./ University of Djelfa/ALGERIA
Dementia Virtual Memory App	Kunchakuri Preethi Dr.Tawseef Ahmad Ch.Sunil Kumar M.Suresh	Bharat Institute of Engineering and Technology
Intelligent Legal Assistant for Indian Laws	Anumandla Nivedith Reddy Dr.Tawseef Ahmad M.suresh Ch.sunil kumar	Bharat Institute of Engineering and Technology
Combined Adsorption And Photocatalysis Via Clay-Hydrochar Composite	Jalila HANYNY Zaina IZGHRI Layla EL GAINI Abdelaziz BAÇAOUI Abdelrani YAACOUBI	University Cadi Ayyad/MOROCCO
Diagnosis of Rotating Machines by Vibratory Analysis	Adel DELIOU Takieddine Bouklia Samir DJIMLI Mohamed Kemiha Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	University of UMSB of Jijel/University of Djelfa/ALGERIA
An Analytical Study of the Factors Limiting the Prevalence of Downstream Media in Social Media Networks	Eng. Yahya Mohammed Mana Al-Rubaie	University of Kufa
Extent Of Mathematics Teachers' Use Of Multisenseory Mathematics Instruction In Teaching Students With Learning Disabilities In Ebonyi State, Nigeria	ANAKPUA, BLESSING C. (PhD) ABDULRAHIM, Musbahu (PhD) AYIM JOSHUA OKPOGHE	ALEX EKWUEME FEDERAL UNIVERSITY/NIGERIA
Mechanistic Insights into Heavy Metals Ions Removal from Aqueous Solutions Using Calcium Phosphate: Precipitation and Transformation	Brahim LIZOUL Said ES-SAKALI Abdellah ANOUAR	Hassan First University/ Chouaib Doukkali University/MOROCCO

24.10.2025 / Hall-16, Session-3



ANKARA LOCAL TIME

11 30 : 13 15



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Muhammad Saleh Faisal

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Evaluation Of Postural Spinal Stability In 14 -Year-Old Boys' Basketball Players Of Albania	Ornela Beribashi Migena Plasa	Mandatory Health Insurance Fund/Sports University of Tirana/ALBANIA
Mycotoxins And New Possibilities For Mycotoxin Biodegradation Using Probiotics	Kutlieva G.D. Turaeva B.I. Kamolova H.F Kobilob F.B.	Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Prospective Study On Genetic Determinants Of Carbamazepine Response; The Cyp3a5-Rs15524 Gene Carbamazepine Response; The Cyp3a5- Rs15524 Gene Polymorphism In Pashtun Patients With Epilepsypolymorphism In Pashtun Patients With Epilepsy	Dr. Ayesha Jamil Assoc. Prof. Dr. Muhammad Saleh Faisal Assist. Prof. Dr. Shaikh Fahad Falah Assist. Prof. Dr.Bela Inayat Assist. Prof. Dr. Naheed Siddiqui	Khyber Girls Medical College/PAKISTAN
Investigation Of Chemical Composition And Antioxidant Activity Of Seed Oils In Different Okra Cultivars	Seyed Mehdi Talebi Asra Salman	Arak University/IRAN
Disability in Iconography	Elizabeta Popova Ramova	MIT University/MACEDONIA
Comparative Efficacy of Hypertonic Saline vs Mannitol in the Management of Intracranial Hypertension Following Severe Traumatic Brain Injury	Sarath Jairaj	Tbilisi State Medical University
Noise Induced Hearing Loss from Personal Digital Listening Devices	LAIBA RANA Hamza Mazhar	Sahara medical college

24.10.2025 / Hall-1, Session-4



ANKARA LOCAL TIME

12⁰⁰ : 14³⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Associate Professor Dr. Rozina Khattak

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Photocatalytic Degradation Of Malachite Green Using A Binary Nanocomposite Catalyst	Associate Professor Dr. Rozina Khattak	Shaheed Benazir Bhutto Women University/PAKISTAN
Photocatalytic Degradation Of Acid Blue 93 Using Nanoparticles For Environmental Remediation	Associate Professor Dr. Rozina Khattak	Shaheed Benazir Bhutto Women University/PAKISTAN
Synthesis And Study Of Kinetics Of CoFe ₂ O ₄ @SiO ₂ -Chitosan Adsorbents For Removal Of Cadmium And Lead From Water	Syed Anam Shaheen Abbas Shah, Muhammad Shoaib, Muhammad Yasin Naz *, Shazia Shukrullah	University of Agriculture/PAKISTAN
Urine Samples Of Suspected UTI Patients In A Tertiary Hospital In Ibadan, Nigeria Is A Hotspot For Antibiotics Resistant Gram Negative Bacteria	Sarah Okhueleigbe Adebukola Rasheedat Salawu Olutayo Israel Falodun	University of Ibadan/NIGERIA
Production And Characterisation Of Polyhydroxyalkanoates Bacteria Isolated From Soil Sample	Ms. Funmilayo Adejoke Fatukasi	University of Ibadan/NIGERIA
UV Irradiation Effects On Phyllosphere Colonization And Biofilm Formation Of <i>Olea Europaea</i>	Dr. Iram Liaqat	GC University
Arthropods Conditional Pests Of Honey Bee	Prof. Dr Ivan Pavlović Prof. Dr Nada Plavša Aleksandra Tasić Nataša Rajić-Savić	Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia/University of Novi/SERBIA
Silent Patients: Veterinary Challenges In Reptile Medicine	Yasmine Malak ZERARKA	Mohamed Khaider University
Nanoparticle Tracking Analysis (NTA) For Characterization Of Drug Delivery System	Swathi. R Rubin thara.S praveena. E	Bharath Institute of Higher Education and Research/INDIA
Prescription Drug Misuse (PDM): A Cross sectional And Descriptive Type Of Study In Public And Pharmacies To Evaluate Root Cause Of Drug Misuse	Faizan Afzal	Hajvery University/PAKISTAN

24.10.2025 / Hall-2, Session-4



ANKARA LOCAL TIME

12⁰⁰ : 14³⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Dr.R Saravanan

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Fabrication Of Sumatriptan Succinate-Loaded Oral Dissolving Film (Odf) For Rapid Migraine Relief	Bismillah Iftikhar	-----
Polycystic Ovarian Disorder	R.Devadharshini Dr.R.Srinivasan	Bharath Institute of Higher Education and Research/INDIA
Depression	kishore.R Meenatchi .S Keerthana.V Dr.R Saravanan	Bharath Institute of Higher Education and Research/INDIA
Crispr-Based Smart Probiotics: A Next-Generation Approach For Targeted Drug Synthesis And Delivery In The Human Gut	Shraddha S. shinde	JES's SND College of Pharmacy/INDIA
Herbal Thailam's Function In Treating Skin Conditions	Saraswathi.V Divya.k B.lavanya Babu Dr.R.Srinivasam	Bharath Institute of Higher Education and Research/INDIA
Herbal Thailam's Function in Treating Skin Conditions	Saraswathi.V Divya.k B.lavanya Babu Dr.R.Srinivasam	Bharath Institute of Higher Education and Research/INDIA
A Combined Dft Quantum Chemical And Molecular Dynamics Approach For Assessing The Efficiency Of A New Corrosion Inhibitor	Abdelmalek Matine Ali barhoumi Denzira Mohammed Habib Brahim LIZOUL El Alaoui El Abdallaoui Mohammed El Idrissi Abdellah Zeroual	Chouaib Doukkali University/Sultan Moulay Slimane University
Decoding The Hydroboration–Oxidation Of A- Trans-Himachalene Through Multiscale Modeling	Mohammed Denzira Ali Barhoumi, Abdelmalek Matine, Abdessamad Tounsi Mohammed El idrissi	Chouaib Doukkali University/Sultan Moulay Slimane University
Engineering High-Performance Organic Photovoltaics: Theoretical Insights into Quinoxaline-Based Electron Donor Materials	El mostafa Benharaf Ikram Mennas A.Arif Mohammed Denzira Ali Barhoumi Abdelmalek Matine Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	Sultan Moulay Slimane University/Chouaib Doukkali University/MOROCCO
Multiscale Computational Investigation Of Hydroboration–Oxidation In A-Trans-Himachalene: Mechanism, Stereoselectivity, And Admet Profilehydroboration–Oxidation	Mohammed Denzira Ali Barhoumi Abdelmalek Matine Abdessamad Tounsi Mohammed El idrissi	Sultan Moulay Slimane University/ MOROCCO

24.10.2025 / Hall-3, Session-4



ANKARA LOCAL TIME

12⁰⁰ : 14³⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Himah Naely Rahmah

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Digitalization Of Sharia Economy: Fintech's Contribution To Strengthening The National Halal Financial Ecosystem	Ananda Sulistyani Mansur Chadi Mursid	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Impact of Education, Health, and Economic Growth on the Human Development Index: A Panel Data Analysis of Developing Countries	Himah Naely Rahmah	UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan
The Role of the Creative Economy in Promoting National Economic Growth in the Digital Era	Mahyuliyah	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Role Of The Creative Economy And Halal Sector In The Growth Of Religious Tourism In Indonesia	Angga Candra Winata	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Role Of Sharia Fintech As A Solution For Financial Inclusion In Indonesia: A Literature Review	Shinta Maharani	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Effect Of Digital Financial Literacy On Fintech Utilization By Msmes In Rural Areas	Sabrina Kharisma SURI	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
Creative Economy And Halal Industry For Global Economic Inclusivity In Pekalongan City	M. Ariel Ramadhani	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Impact Of Digital Financial Literacy On The Use Of Fintech Services In Indonesia	Rafid Naufal AQIL	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Role of Digital Art in Preserving Cultural Identity in the Global Era	Ahadiyah Dwi Risyani	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid

24.10.2025 / Hall-4, Session-4



ANKARA LOCAL TIME

12⁰⁰ : 14¹⁵



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Safira Nurul HIDAYAH

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
International Trade And Economic Resilience: Evaluating The Impact Of Multilateral Agreements	Safira Nurul HIDAYAH	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
Creative Economic Transformation in the Digital Age: The Role of Fintech as a Driver of Financial Innovation	MERLINA GUSTIN	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
Digital Transformation and Islamic Culture: Preserving Faith and Identity in the Modern Era	Vina Alviani	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Role Of Management Information Systems In Managerial Decision-Making: Concepts And Components	Dina Indah Maulida	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
Reimagining Cultural Identity In The Digital Era: Negotiating Tradition, Creativity, And Global Influence Through Art And Design	Lintang Trisha ELMAGA	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Creative Economy In Enhancing The Added Value Of Halal Agricultural Products In Indonesia	Muhammad Hadziq Ulil Abshor	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Influence of Design Innovation and the Use of Environmentally Friendly Materials on the Selling Value of Muslim Fashion Products in the Global Market in Batang	Muhammad Yusuf Maulana	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Impact Of The Creative Economy On Improving People's Welfare	Diah Qurota A'yun	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Role Of Fintech In Enhancing Financial Access In Developing Countries	Annisa Hidayah Miladia	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid

24.10.2025 / Hall-5, Session-4



ANKARA LOCAL TIME

12⁰⁰ : 14⁴⁵



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. MUHAMMAD FAISAL

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Creative Economy Of The Halal Industry: Product Innovation, Maqashid-Based Business Models, And Global Competitiveness	Azkiya NAYONG	-----
Cross-Sector Collaboration In The Implementation Of Education At Sma Muhammadiyah Kalosi	Nur Suqya Rahma Muhlis Madani Nuryanti Mustari Herman	Universitas Muhammadiyah Makassar/INDONESIA
Collaborative Governance Framework ForCommunity-Based Nutrition Education To Reduce Stunting: A Multi-Actor Approach In Jeneponto Regency, Indonesia	Nuryanti Mustari Diky Chandra Indri Apriani Nur Fatimah Azzahra Rusli	Universitas Muhammadiyah Makassar/INDONESIA
The Evolution of the Auditor's Role: From Traditional Verification to AI Systems Auditing	Fatine BENKIRANE Mohamed AIT OUDRA Samir ERRABIH	Sidi Mohamed Ben Abdellah University/MOROCCO
Issues And Challenges Of Coronavirus Outbreak In Nigeria	Dr Eme, Chukwuemeka G. Dr. Elikwu Michael.	National Open University/NIGERIA
Stakeholder Analysis As A Medium To Aid Change In The Manufacturing Sector And Enhance Firm Performance In Nigeria	Dr. Eme, Chukwuemeka G.	National Open University/NIGERIA
Applications Of Swot Analysis, Pestle & Other Organizational Strategic Planning Tools In Selected Food & Beverage Manufacturing Firms In Lagos, State Nigeria	Dr. Eme, Chukwuemeka G.	National Open University/NIGERIA
Examining the Diminishing Power of the State Relative to Individual Rights as a Result of Human Rights Development	Jamshid JozMohammadpour Leila Raeisi Dezaki Zeynab PourKhaghan	Islamic Azad University/IRAN
An Analysis Of The Conditions And Obstacles To The Seizure Of Real Property In The Iranian Judicial And Registration System	Dr. Mohammad Bagher Ghorbanvand	Islamic Azad University/IRAN
Harnessing Livestock Economics for Sustainable Growth in Pakistan with Pathways to Productivity, Profitability, and Rural Prosperity	Assist. Prof. Dr. MUHAMMAD FAISAL	System Development Specialist (CCT/NSER)/PAKISTAN
Public Expenditure And Well-Being: A Cross-Country Analysis	Prof. Dr. Laura DIACONU (MAXIM) Prof. Dr. Cristian C. POPESCU Prof. Dr. Mihai-Bogdan PETRIȘOR	"Alexandru Ioan Cuza" University/ROMANIA

24.10.2025 / Hall-6, Session-4



ANKARA LOCAL TIME

12⁰⁰ : 13⁴⁵



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION:

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Opportunities For Msmes Within The Creative Economy And Halal Industry Ecosystem In The Digital Era	Alya Viyan NADA	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
The Global Integration Of Science And Art: A Pathway Toward Creative Knowledge And Cultural Advancement	Cinta Amalia Sukma	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Revitalizing Local Cultural Values In The Digital Era: Challenges And Opportunities For The Younger Generation	Muh FATKHURROZI	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Role Of The Creative Economy And Halal Sector In The Growth Of Religious Tourism In Indonesia	Angga Candra Winata	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
Economic Compassion: Building A Future Where Growth Meets Humanity	Sifatu RAHMA	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Law Of Buying And Selling Transaction In Islamic Economics: Discusses The Regulations Governing Buying And Selling Transactions In Accordance With Sharia	Eri Sisca Amalia	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
Green Aesthetics: Integrating Local Wisdom And Sustainable Design In Indonesia's Environmental Future	Ayu Dwi SRIKANTHI	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid

24.10.2025 / Hall-7, Session-4



ANKARA LOCAL TIME

12⁰⁰ : 13⁴⁵



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Prawinda Mutiara QALBU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Building A Sharia-Based Economy: The Role Of Sharia Economic Law In Supporting The Growth And Prosperity Of Msmes In Indonesia	ROFIYANA HENDRI HERMAWAN ADINUGRAHA	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
Integration Of Religious And General Sciences In The Islamic Scientific Paradigm	Fikri Novrial AZHAR	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Digital Revolution And Ai: Redefining Global Social And Cultural Dynamics In The 21st Century	Prawinda Mutiara QALBU	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Digital Human Capital Strategy ; Improving Company Performance	Sulis Ari Arofatur	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
Literature Study: The Role of Infrastructure in Improving Rural Community Welfare	Nadia Safitri	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Eğitimde Yapay Zeka Kullanımı: Fırsatlar ve Zorluklar	Riri Eriska FEBRIYANTI	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
Creative Economy and Halal Industry in the Context of DigitalTransformation of MSMEs in Indonesia	Nur Khiba Sania	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

24.10.2025 / Hall-8, Session-4



ANKARA LOCAL TIME

12⁰⁰ : 14⁰⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Muhammad Usman Ariffianto

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Scientific And Innovative Approaches To Regional Economic Development: Lessons From Southeast Asia	Mukti Wibowo	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Fintech Innovation In Encouraging Financial Inclusion In The Digital Era	Muhammad Usman Ariffianto	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Utilization Of Artificial Intelligence In Fintech Services	Elda Purwanti	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Innovation Meets Faith: The Role Of The Creative Economy In Strengthening The Global Halal Industry	Gita Oktavia Rosita	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Strategies For Dealing With Regulation And Data Security In The Fintech Ecosystem	Gita Oktavia Rosita, Mansur Chadi Mursid	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Analysis Of The Role Of Financial Literacy In Improving The Economic Independence Of Generation Z: A Literature Review	Cantika Hanaina Zati Hendri Hermawan Adinugraha	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Strengthening The Synergy Between The Creative Economy And The Halal Industry As A Strategy For Sustainable Economic Growth In Indonesia	Alvi KHOERIYAH	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan/INDONESIA
Digital Economic Transformation: The Contribution Of Financial Technology To Micro And Macro Economies	Eva Tia Putri Mansur Chadi Mursid	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan/INDONESIA

24.10.2025 / Hall-9, Session-4



ANKARA LOCAL TIME

12⁰⁰ : 14³⁰



MEETING ID: 874 1711 4442

PASSCODE: 939102

HEAD OF SESSION: Nabilah Hakimah Al Huda

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Description Of Student Learning Difficulties In The Acid-Base Material At Umaru Musa Yar'adua University Katsina	MUHAMMAD ABDURRAHMAN	-----
Peran Financyal Technology Dalam Meningkatkan Inklusi Keuangan Dan Perilaku Konsumen Di Indonesia	Rindang Wijayanti Mansur Chadi Mursid	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Dynamics of People's Purchasing Power as an Impact of the Increase in Value Added Tax (VAT) Rate in Indonesia	Nabilah Hakimah Al Huda	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Synergy between the Creative Economy and the Halal Industry in Driving Sustainable Economic Growth in Indonesia	Rindang Wijayanti	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
The Role of Financial Technology in Improving Financial Inclusion and Consumer Behavior in Indonesia	Rindang Wijayanti Mansur Chadi Mursid	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Postural Stability In 16-18-Year-Old Boys' Basketball Players In Tirana Of Albania	Ornela BERIBASHI Migena PLASA	Sports University/Mandatory Health Insurance Fund. Specialist./ALBANIA
Land And Building Tax In The Era Of Urbanization: Potential As A Source Of Financing For Smart Cities	Riema Ainun NISSA	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
Strategy to Increase MSME Sales through the Integration of E-Commerce and Marketing Information System Integration	Nabilah Hakimah Al Huda	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Role of Management Information Systems in Digital Transformation: Enabling Informed Business Decisions	Silva Asti Ananta	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid
The Role Of Digital Platforms In Strengthening Indonesia's Creative Economy Ecosystem	DWI AYU SEPTIYANI	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid

PHOTO GALERY



ISARC Melike KAYA



Hall-1 Serkan Güldal



Gülşen

Müdahhara Kar...

n

Müdahhara Karaca-hal...

nergiz yıldız

BaTiO₃: A Multifunctional Perovskite



Ferroelectric Properties

Spontaneous polarization and high dielectric constant make BaTiO₃ essential for capacitors and sensors.



Biomedical Applications

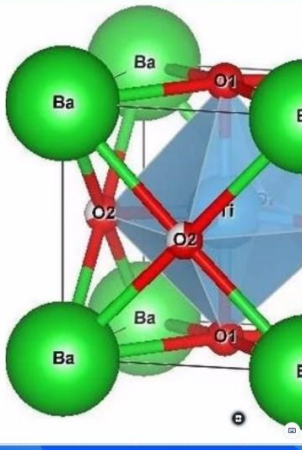
Emerging use in targeted drug delivery, biosensors, and implantable devices due to biocompatibility.



Energy Harvesting

Piezoelectric nanogenerators for wearable and implantable electronics leverage electromechanical responsiveness.

Image Citation: Samanta, Arindam & Nath, Tapan. (2018). Structural and Electrical properties study of Nanostructured Perovskite Oxides Ba_{1-x}(Nd_xTi_{1-y})Cr_yO₃ (x=0.05, 0.10 & y=0.05, 0.10) prepared via Solid State method. 10.13140/RG.2.2.15805.61929.





Ugur Kesen

Hall-2 Eyyüp TE...

Hall-2, Muham...

Murat ZENGİN

Hall-2 Eyyüp TEKER

Hall-2Ömer Faruk Çi...

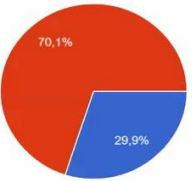
Hall-2, Muhammet Bar...

Murat ZENGİN

Hall-2 Alişan Ayvaz

Anket Sorusu 21. Birbirinden farklı balık geçidi tiplerinin olduğunu biliyor musunuz?

☐ Evet ☐ Hayır



● Evet

● Hayır

Şekil 23. Anketteki yirmi birinci sorunun cevap dağılımı

4 atanmamış katılımcı

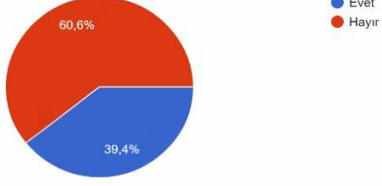
(33)

XXXIII

ISARC Melike KAYA Hall-2, Ahmet Emir KÖSE FIRAT KIPÇAK-H2-S1 Hall-2 Mustafa Yasin G... Ugur Keser Hall-2 Eyyüp TEKER

Anket Sorusu 18. Hidroelektrik tesislerin su tutma-çevirme yapılarında balıkların göç ve memba-mansap çift yönlü hareket etmesi için balık geçitleri olduğunu biliyor muydunuz?

☐ Evet ☐ Hayır



Şekil 20. Anketteki on sekizinci sorunun cevap dağılımı

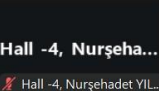
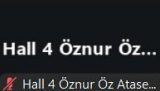
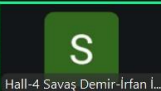
5 atanmamış katılımcı

GİRİŞ

Çimento üretimi, küresel ölçekte enerji yoğun bir süreç olup, kireç taşının kalsinasyonu ve yüksek sıcaklıkta klinker üretimi sırasında büyük miktarda CO₂ salınımına yol açmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir ve düşük karbonlu yapı malzemelerinin geliştirilmesi, günümüzde hem akademik araştırmaların hem de inşaat sektörünün öncelikli hedefleri arasında yer almaktadır.

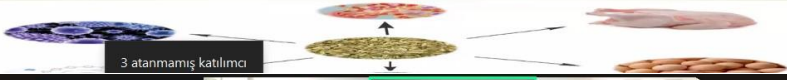
Deniz kökenli midye kabukları üzerinde yapılan çalışmalarda düşük ve orta ikame oranlarında (%3–%10) işlenebilirliğin korunduğu veya iyileştiği, basınç ve eğilme dayanımlarının bazı durumlarda artış gösterdiği; yüksek ikame oranlarında (%12–%20) ise dayanım kayıpları ve kıvam sorunlarının ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Hadjadj vd., 2024; Zhu vd., 2024). Tatlı su midye kabukları ise literatürde çok daha az incelenmiştir. Özellikle zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) ve *Unio* türleri, ekosistemlerde istilacı özellikleriyle öne çıkmakta ve kontrolsüz çoğalmaları ciddi ekolojik sorunlara yol açmaktadır. Bu türlerin kabuklarının çimento sektöründe değerlendirilmesi, hem biyokütle fazlalığının ekonomik olarak değerlendirilmesi hem de döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanması açısından ön

1 atanmamış katılımcı





- Bu bağlamda, yem katkı maddeleri, özellikle fitobiyotikler, hayvan sağlığını destekleyen, maliyet-etkin ve sürdürülebilir yem katkıları olarak giderek artan bir ilgi görmektedir. Fitojenik yem katkıları, rasyona kuru formda veya ekstrakt şeklinde uygulanabilmekte ve sentetik antibiyotik ile büyüme düzenleyici kullanımını azaltma potansiyeli taşımaktadır (Ivanova vd., 2024).
- Aynı zamanda, toplumda antibiyotik kullanımını azaltma yönündeki farkındalık ve tüketici beklentileri, bitki bazlı katkıların önemini daha da artırmaktadır (Khan vd., 2022).
- Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.), Maydanozgiller (*Apiaceae*) familyasına ait, gaz giderici, sindirimi kolaylaştırıcı ve süt artırıcı (galaktagog) etkileri nedeniyle Akdeniz bölgesinde yaygın olarak kullanılan tek yıllık bir tıbbi aromatik bitkidir (Iommelli vd., 2025).









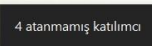
LİTERATÜR

- Etik Nedir?

«Bireyin davranış şekillerinin doğruluğuna zemin hazırlayan ahlaki standartlar, prensipler ve değerler sistemi» (Ural, 2003).

«Neyin doğru neyin yanlış olduğunu sorgulayan, bu doğrultuda doğru olana yönelik eylemlerde bulunmayı kolaylaştıran bir süreç» (Krishnamurthy, 2011), .

«Ahlak, bireylerin davranışlarını şekillendiren kurallar, değerler ve normlardan Etik, bu ahlaki yapıların felsefi temellerini ve teorik çerçevesini ele alan ve bu doğrultuda analizler gerçekleştiren bir disiplindir» (Bartneck vd., 2020). .





SESLİ AÇ

ISARC Melike KAYA Engin İş 7 Hall 7 Kayhan Serin Betül KAPKIN İÇEN Zehra Özdemir Nesrin Çelik

TABLO 2'YE GÖRE, ABB'NİN GENÇLİK HİZMETLERİ GÜÇLÜ BİR YAPIYA SAHİP OLMAKLA BİRLİKTE, BAZI YÖNETSEL VE OPERASYONEL SINIRLILIKLAR DA TESPİT EDİLMİŞTİR. ÖNCELİKLE, BELEDİYESİNİN FAALİYET RAPORLARINDA VE WEB TABANLI KAYNAKLARINDA NİCEL VERİLERİN (KATILIM ORANI, ETKİNLİK SIKLIĞI, MEMNUNİYET DÜZEYİ VB.) EKSİKLİĞİ, PERFORMANS ÖLÇÜMÜNÜ GÜÇLEŞTİRMEKTEDİR. BU DURUM, ETKİNLİKLERİN ETKİ ANALİZİNİN YAPILMASINI ZORLAŞTIRMAKTADIR.

İKİNCİ OLARAK, GENÇLİK MERKEZLERİNİN TANITIMI VE GÖRÜNÜRLÜĞÜ SINIRLIDIR. ÖZELLİKLE KIRSAL İLÇELERDE YAŞAYAN GENÇLERİN MERKEZLERE ERİŞİMİ KONUSUNDA BİLGİ VE ULAŞIM EKSİKLİKLERİ BULUNMAKTADIR. AYRICA, HİZMETLERİN BÜYÜK BÖLÜMÜ KENTSEL BÖLGELERDE YOĞUNLAŞMIŞTIR; BU DURUM MEKÂNSAL EŞİTSİZLİKLERİ ARTIRABİLİR.

SON OLARAK, DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE YENİLİKÇİLİK ALANINDA SINIRLI BİR UYGULAMA ALANI GÖZLEMLENMİŞTİR. GENÇLERİN TEKNOLOJİ VE İNOVASYON TEMELLİ GİRİŞİMCİLİK FAALİYETLERİNE YÖNLENDİRİLMESİNE KARŞIN, DİJİTAL ÜRETKENLİĞE ODAKLI PROGRAMLARIN YETERSİZ OLDUĞU GÖRÜLMEKTEDİR (BASKARAN & MEHTA, 2016).

ISARC Melike KAYA Yağmur Uluş hall 8 Amine Nur Arkan Şükrü İLGÜN Hall-8 Mehmet Emin Hall-8, ULAŞ ÇALIK

Türkiye’de koruyucu aile ve evlat edinme uygulamalarının farkındalığının artırılması amacıyla 30 Haziran, Koruyucu Aile Günü olarak ilan edilmiştir (Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2024) .

Aynı zamanda UNICEF ve AB desteğiyle “Türkiye’de Koruyucu Aile Sisteminin Güçlendirilmesi” adlı 36 aylık bir proje başlamıştır (Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2024).

2 atanmamış katılımcı

9 Harun Özel

Siirt ilitam (2021-...)

- Programın amacı; İlahiyat ön lisans derecesine sahip kişilere, ilahiyat lisans düzeyine ulaşabilmeleri için uzaktan öğretim imkânları ile gerekli eğitimi vermek ve lisans diploması sahibi olmalarını sağlamaktır.

Siirt ilitam (2021-...) Dersleri

- Temel İslam bölümleri 9 ders
- İslam Tarihi ve Sanatları 3 ders
- Felsefe ve din Bilimleri 1 ders (mantık)

Siirt İltam (İslam Hukuku II Dersi)
Kazanımlar...Erişim Tarihi 29.09.2025

İlahiyat İltam programları - PowerPoint (Ürün Etkinleştirilmedi)

Siirt ilitam (2021-...)

- Programın amacı; İlahiyat ön lisans derecesine sahip kişilere, ilahiyat lisans düzeyine ulaşabilmeleri için uzaktan öğretim imkânları ile gerekli eğitimi vermek ve lisans diploması sahibi olmalarını sağlamaktır.

Siirt ilitam (2021-...) Dersleri

- Temel İslam bölümleri 9 ders
- İslam Tarihi ve Sanatları 3 ders

1 atanmamış katılımcı

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

Konu: Kongre Katılımcı Bilgisi

29.10.2025

İLGİLİ MAKAMA

4.ULUSLARARASI MARDİN BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE INOVASYON KONGRESİ 23-24 EKİM 2025 tarihleri arasında MARDİN'de ve online olarak 15 farklı ülkeden (Türkiye:97 ve diğer Ülkeler:102 ; Toplam:199 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


Sefa Salih BİLDİRİCİ
HEAD OF İSARC

NOTIFICATIONS

AUTHORS	TITLE	NO
Assist. Prof. Dr.Serkan GÜLDAL	Batio ₃ (Pm-3m): A CROSS-DISCIPLINARY CITATION ANALYSIS	1-23
Assist. Prof. Dr. Serkan GÜLDAL	Physically Realistic Synthetic Data Generation For Crystal Structures Using The Metropolis Algorithm	24-38
Assoc. Prof. Nergiz YILDIZ YORGUN	Evaluation Of Reaction Cross Sections Of Neutron Poison Sm Isotopes With Thermal, Epithermal, And Resonance Neutrons	39-40
Müdahhara KARACA Suzan ŞAHİN DOĞAN Mustafa ÇİÇEK Duygu AYDIN Assoc. Prof. Dr. Aytaç KOCABAŞ	Investigation Of The Molecular Docking And Drug-Likeness Potential Of The Compound ((E)-2-((4-Hydroxybenzylidene)Amino)-3,5-Dimethoxyphenol) (Bedim), A Fluorogenic Turn-Off Probe And Schiff Base	41-48
Müdahhara KARACA Suzan ŞAHİN DOĞAN Mustafa ÇİÇEK Duygu AYDIN Assoc. Prof. Dr. Aytaç KOCABAŞ	Investigation Of The Drug Potential Of Phenolphthalein-Appended 4-Methylthiosemicarbazide (Php), A Turn-On Sensor, By Molecular Docking And Pharmacokinetic Methods	49-58
Asst. Prof. Dr. Ömer Faruk ÖZDEMİR Assoc. Prof. Nergiz YILDIZ YORGUN	Calculations Of Neutron Cross Sections Of Some Fission Products In The 0–100 Mev Energy Range Using Phits	59-60
Prof. Dr. Gülsen ASMAN Neslihan SIRTILI	Green Process, Green Membrane; Preparation And Characterization Of Forward Osmosis Membranes	61-78
PhD. Student, Ahmet Emir KÖSE Prof. Dr. Salim Serkan NAS	A Social Awareness Analysis Of Hydroelectric Power Plants And Fish Passages In The Provinces Of Gümüşhane And Bayburt	79-98
Assist. Prof. Dr. Uğur KESEN	Web-Based Artificial Neural Network Applications For Educational Purposes: A Case Study Of The Neuroquick Laboratory Simulator	99-112
Aysel Sıla TOPÇU Muhammet Barış EKİCİ Eren ERTİK Murat ZENGİN Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN	Effect Of Substituting Tin-Based Catalysts With Bismuth Catalysts On The Air Permeability Of Polyurethane Foams	113-123
Aysel Sıla TOPÇU Muhammet Barış EKİCİ Eren ERTİK Murat ZENGİN Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN	Düşük Toksisiteli Bismutlu Katalizör Kullanılarak Sentezlenen Poliüretan Süngerlerin Mekanik Performans Analizi	124-136
Eyyüp TEKER Assist. Prof. Dr. Mustafa Yasin GÖKASLAN	Investigation Of Thermal Performance Of Battery Module With Fins And Phase Change Material In Open And Closed Environments	137-147
Assist. Prof. Dr. Alişan AYVAZ	Classification Of Electrical Power System Faults Using The Avoa-Lstm Method	148-158
Phd. Ömer Faruk ÇİRİŞ Prof. Dr. Ramazan TAŞALTIN Assist. Prof. Dr. Süleyman ADAK	Kısmi Gölgeleme Koşulları Altında Pv Sistemlerinde Maksimum Güç Noktasının Takibinde Parçacık Sürü Optimizasyonu(Pso) Yönteminin Geliştirilmesi	159-178
Assist. Prof. Dr. Fırat KIPÇAK	The Effect Of Shear Reinforcement On The Performance Of Reinforced Concrete Slabs	179-183
Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM Prof.Dr.Hülya ŞEREFLİŞAN Assoc. Prof. Dr. Kerim Emre ÖKSÜZ Zişan KOÇ	Use of Bio-Calcium-Containing Mussel Shells and Ashes in Cement-Based Composites: Mechanical Performance, Microstructural Densification and Pozzolanic Reactivity	184-198
Zişan KOÇ Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM Prof. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN	Effect of Freshwater Zebra Mussel Shell Ash on the Strength of Cement-Based Composites	199-212

AUTHORS	TITLE	NO
Prof. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN Dr. Ahmet ALKAYA Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM Assoc. Prof. Dr. Kerim Emre ÖKSÜZ	Ecophysiological And Ecological Effects Of Climate Change On Mollusc Species	213-229
Prof. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN Dr. Ahmet ALKAYA	The Role Of Mussel And Oyster Secretions In The Development Of Biomimetic Adhesives	230-246
Assoc. Prof. Dr. Berna DUMAN AYDIN Prof. Dr. Aydın VURAL Res. Assist.Enes SEZER Vet. Hek.Zeynep GÜNEY Prof. Dr.Mehmet Emin ERKAN	Microbiological Quality and Hygienic Assessment of Retail Chicken Meat Cuts	247-248
Lect. Dr. Ahmet İsmail ÖZKAN Lect. Dr. Uğur IŞIK Lect.. Mesut NAMLI Lect. Deniz CANBOLAT GÜLTEKİN	Investigation Of The Antimicrobial And Antioxidant Activities Of Cistus And Plantago Seeds After Imbibition	249-255
Dr. Savaş DEMİR İrfan İNAN Prof. Dr. Zehra EKİN	Functional Importance And Performance Effects Of Fennel (Foeniculum Vulgare) In Animal Feeding	256-267
İrfan İNAN Dr. Savaş DEMİR Prof. Dr. Zehra EKİN	The Effects Of Global Climate Change On Agricultural Production	268-278
Nurşehadet YILDIRAY Assist. Prof. Dr. Öznur ÖZ ATASEVER	ADDITIVES; USED IN EDIBLE FILMS AND COATINGS	279-289
Assoc. Prof. Dr. Ahmet Oral SARIOĞLU Doç. Dr. Hatice Gamze SOĞUKÖMEROĞULLARI	Synthesis And Characterization Of Schiff Base And Nitro-Phenanthroline Co-Ligand Cu(I) And Fe(I) Complexes	290-299
Assoc. Prof. Dr. Ahmet Oral SARIOĞLU Assoc. Prof. Dr. Hatice Gamze SOĞUKÖMEROĞULLARI	Synthesis And Characterization Of Cu(I) And Fe(I) Metal Complexes With Schiff Base And 1,10-Phenanthroline Co-Ligand	300-310
Assist. Prof. Dr. Aysel BAŞOĞLU	Colorimetric Sensor For Au ³⁺ Detection Using Green-Synthesized Silver Nanoparticles	311-312
Dr. Sinan KIZILTOPRAK	Ethical Sensitivities Of Businesses As Strategic Units	313-323
Dr. Sinan KIZILTOPRAK	Evaluation Of Businesses' Perspective On Human Beings Within The Framework Of Values	324-332
Nail MAMMADOV Davud TARVERDILI Gulshan UMUD MAMMADOVA	Adaptive Boundary Penalization And Error Analysis In Physics-Informed Neural Networks	333-334
Assist. Prof. Dr. M. Akif YENİKAYA	The Role Of Prompt Engineering In The Production Quality Of Artificial Intelligence: A Comparative Analysis Of Different Prompting Strategies	335-345
Ayten BAŞABAŞ DİRİER Prof. Dr. Cemil İNAN	The Governor Of Jerusalem Artuq Bey	346-365
Ayten BAŞABAŞ DİRİER Prof. Dr. Cemil İNAN	Mardin Ebrulî Kültürünün Sıra Gecesi “L E Y L Ê “	366-387
Dr. İrem ÖZDEMİR Prof. Dr. Tim WILDSCHUT Dr. Erich W. GRAF	The Relation Between Nostalgia, Empathy, Attachment and Facial Emotion Categorisation	388-389
Assist. Prof. Dr. Artum DİNÇ	The 12-Day War In The Shadow Of Discourses And Representations	390-409

AUTHORS	TITLE	NO
Assoc. Prof. Dr. Numan ERTAŞ	Spatial Coherence And Species Distribution: Geographical Analysis Of Animal Breeds In The Trc3 Region	410-411
K. Nur KARAGÜL Prof. Dr. Yeliz KINDAP TEPE	A General Overview Of Parental Mediation	412-420
Şevval ÇAMUR Prof. Dr. Yeliz KINDAP TEPE	Sharenting: An Overview	421-431
MAYA ZAHİR HEYDƏROVA	Yaşlı Nəslin Sağlamlığının Qorunmasında Pıyada Gəzməyin Əhəmiyyəti	432-433
Yeşim AKINTUNÇ Assoc. Prof. Dr. Faruk GÜVEN	Examining The Suitability Levels Of Recreational Areas For Disabled Individuals	434-438
Rolbin BÜGE Assoc. Prof. Dr. Faruk GÜVEN	An Analysis Of The Quality Of Life Levels Of University Students Residing In The Credit And Halls Of Residence Institution	439-459
Assist. Prof. Dr. Aysun GÜLER KANTER Assist. Prof. Dr. Nesrin ÇELİK	Anatomical Evaluation Of Flexibility, Balance, And Grip Strength In Young Athletes Across Different Sports	460-461
Assist. Prof. Dr. Yusuf SÖZER Assist. Prof. Dr. Abdullah YILDIRMAZ	Teachers' Views On The Use Of Offensive Clichés In A High School With A Successful Student Profile	462-463
Prof. Dr. Gökhan ACAR Dr. Kayhan SERİN	Youth Service Management Models In Local Government: The Case Of Ankara Metropolitan Municipality	464-474
Assist. Prof. Dr. Engin İŞ	Effects Of Unfair Management Practices Of School Administrators On Teachers: Teachers' Perceptions And Proposed Solutions	475-476
Lect. Betül KAPKIN İÇEN Res. Assist. Amine Nur ARIKAN Res. Assist. Mehmet Emin ÇAY Assoc. Prof. Dr. Osman Tayyar ÇELİK Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM	The Change In Children's Interactions With Digital Technology In Turkey Over Time: A Comparative Analysis Of Tük Data	477-486
Assist. Prof. Dr. Zekeriya ÇALIŞKAN Lect. Betül KAPKIN İÇEN	The Effect Of The Activity-Based Values Education Program On The Social Skills Of 5–6 Year Old Children	487-488
Assoc. Prof. Dr. Zehra ÖZDEMİR	Multiplicative Quaternionic Curves	489-497
Assoc. Prof. Dr. Zehra ÖZDEMİR	Multiplicative Quaternionic Surfaces	498-505

AUTHORS	TITLE	NO
Ulaş ÇALIK Prof. Dr. Esra ALTINTAŞ Prof. Dr. Şükrü İLGÜN	Development Of Teaching Materials Based On The Purdue Model Regarding The Volume Of Rectangular Prisms	506-524
Yağmur ULUTAŞ Prof. Dr. Esra ALTINTAŞ Prof. Dr. Şükrü İLGÜN	An Examination Of The Cognitive Demand Levels Of Activities In 6th-Grade Middle School Mathematics Textbooks Prepared According To The Türkiye Century Education Model	525-534
Res. Assist. Amine Nur ARIKAN Res. Assist. Mehmet Emin ÇAY Lect. Betül KAPKIN İÇEN Assoc. Prof. Dr. Osman Tayyar ÇELİK Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM	A Comparison Of Statistical Data On Children In Need Of Protection In Türkiye	535-545
Res. Assist. Mehmet Emin ÇAY Lect. Betül KAPKIN İÇEN Res. Assist. Amine Nur ARIKAN Assoc. Prof. Dr. Osman Tayyar ÇELİK Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM	Görsel Motor Beceriler Üzerine Türkiye’de Yapılmış Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi	546-555
Uzm. Dr. Çağrı BALCI	Anesthetic Management In Laryngeal Cancer And Laryngectomy	556-557
Uz. Dr. Yusuf İPEK Assoc. Prof. Dr. Hakan AKELMA	Spinal Anesthesia Management In A Pregnat Patient With Situs Inversus : A Case Report	558-562
Assist. Prof. Dr. Hatice Kübra BARCIN GÜZELDERE Assist. Prof. Dr. Merve İNAN BUDAK Prof. Dr. Fatma Esra GÜNEŞ	Improving Nutritional Knowledge Through Education: Impacts On Quality Of Life And Psychosocial Well-Being	563-564
Research Assistant Sebahat KUŞLU Research Assistant Dr. Ayşe EMİNOĞLU GÜVEN	Clinical Learning Environment In Nursing Education	565-574
Res. Assist. Sebahat KUŞLU Res. Assist. Dr. Ayşe EMİNOĞLU GÜVEN	Clinical Decision-Making In Nursing	575-585
Assist. Prof. Dr. Ulku SAYGILI DUZOVA	İmmün Kontrol Noktası İnhibitörlerinden Nivolumab: Yan Etkiler ve Hemşirelik Yönetimi	586-596
Assist. Prof. Dr. Ulku SAYGILI DUZOVA Assoc. Prof. Dr. Emine Kaplan Serin RN Semra Usta	The Relationship Between Treatment Adherence, Physiological Parameters, And Diabetic Foot Knowledge In Individuals With Type 2 Diabetes: Determinants Of Foot Care Knowledge	597-598
Uzm. Dt. Merve Buse KULTAŞ KALELİ	Comparison Of Impression Techniques In Full-Arch Implant- Supported Prostheses	599-600
Abdullah SEVİM Yasin DURAN	Enhancing Workplace Motivation: Psychological Resilience, Well-Being, And Hope	601-602
Assist. Prof. Dr. Levent KAYA	The Rifai Ritual İn Istanbul’s Long-Standing Sufi Culture: The Qiyam Kalima Al- Tawhid	603-606
Assoc. Prof. Dr. Hale TORUN	The Notion Of Exile As Destiny In Amin Maalouf’s Ports Of The East	607-611
Tayfur SARI	Citizens Of Nature: Discover, Learn, Share	612-613
Assoc. Prof. Dr. Ünsal DENİZ Lect. Gülgün ÇOLAK	A Formal Analysis Of Two Beste Compositions In Hacı Sadullah Ağa’s Bayatî-Araban Suite	614-626
Assoc. Prof. Dr. Ünsal DENİZ Lect. Gülgün ÇOLAK	A Modal Analysis Of Cinuçen Tanrıkorur’s Work “A Bir Bûselik Mehlika Sultan”	627-637
Dr. Evrim TARTAN SELÇUK Lect. Dr. Vural DENİZ Prof. Dr. Gökhan KERSE	The Effect Of Green Psychological Climate On Green Knowledge Sharing: A Study On Tourism Sector Employees In Karaman	638-646

AUTHORS	TITLE	NO
Assist. Prof. Dr. Muhyettin ÖZEN	Discussion of İlitam Theology Programs in Terms of Cognitive, Affective and Psychomotor Objectives	647-648
Macit DEMİRER	A Muhaddith With Authority In Jarh And Ta'dil: Abū Mushir (D. 218/833) – His Scholarly Character And Methodology In Jarh And Ta'Dil	649-658
Assist. Prof. Dr. Şehmus ÜLKER	An Analysis Of The Work Named Merah Al-Arwah From The Perspective Of Morphology (Sarf)	659-660
Assoc. Prof. Dr. Nevzat KELEŞ	Religious And Sectarian Life During The Artukid Period	661-670
Ayətəxan Ziyad (İsgəndərov)	21st-CENTURY AZERBAIJANI CHILDREN'S LITERATURE AND ZAUR USTAJ'S PLACE IN THIS SOCIETY	671-682
P.H. Necefguliyeva F.M.Shirnova	Modern Approaches to the Diagnosis and Treatment of Adhesive Bowel	683
Medine DOĞRU Assoc. Prof. Dr. Harun ÖZEL	SONGS AND LULLABIES IN PALESTINIAN CHILDREN'S LITERATURE	684-685
Mansura NURALIYEVA	Ways In Which Loanwords From English Entered The Azerbaijani Language	686-687
E. Vildan BURGAZ Mahya TANHA Seyed Armin HOUSHMAND KIA	Design, Synthesis, And Structural Characterization Of (1e,4e)-1,5-Bis(5-Methylfuran-2-Yl) Penta-1,4-Dien-3-One Oxime	688
Assist. Prof. Dr. Tuğçe YAŞAR KÜÇÜK	New Targets For Epigenetic Drugs (Epi-Drugs)	689-693
Assist. Prof. Dr. Tuğçe YAŞAR KÜÇÜK	Tumor Microbiome And Cancer Genetics Interaction	694-700
Assist. Prof. Dr. Elif AYDIN Assoc. Prof. Dr. Ayşe KOÇAK SEZGİN	Microbiota And Radiotherapy/Chemotherapy Sensitivity: Mechanisms And Clinical Implications	701-710
Assist. Prof. Dr. Elif AYDIN Assoc. Prof. Dr. Ayşe KOÇAK SEZGİN	Akkermansia Muciniphila And Immunotherapy Response: Biomarker Potential And Intervention Approaches	711-719
Lect. İnan ATİŞ Assist. Prof. Dr Necmettin İŞÇİ	Determining The Effect Of Core Training Applied To Sedenter Individuals On Sleep Quality And Exercise Perception	720-721
Res. Assist. İrem Betül ŞEN Res. Assist. Yakup ŞEN Assist. Prof. Dr. Adem ÖZDEMİR Assist. Prof. Dr. Sümeyye COŞGUN BAYBARS	A Rare Case Of Multifocal Epithelial Hyperplasia On The Tongue	722-723
Muhammet Anıl AYDIN Prof. Dr. Gulsum OZTURK	Influence Of Cytokinin Concentration On Shoot Multiplication And Growth In Kalanchoe Daigremontiana	724-728
Muhammet Anıl AYDIN Prof. Dr. Gulsum OZTURK	In Vitro Propagation Of Euphorbia Milii	729-733
Res. Assist. Seren DOĞAR KAVAN	Weeds As A Problem In Orchards	734-746
Res. Assist. Seren DOĞAR KAVAN	Weeds As A Problem In Vegetable Gardens	747-754
Dr. Esra KUTLU SEZER	The Most Commonly Cultivated Plants in Greenhouse Soilless Agriculture	755-756

AUTHORS	TITLE	NO
Assist. Prof. Dr. Muhammet Raci AYDIN	Modal Analysis Of Honeycomb Sandwich Composite Panels With Intraply Hybrid Surface And Filled With Polyurethane Foam At Different Ratios	757
Rıdvan YETİŞKİN Assoc. Prof. Dr. Yılmaz KÜÇÜK Prof. Dr. M. Sabri GÖK	High Speed Machining Of Titanium Alloys	758-764
Recep Tayyip ÇÜMANGİN Assoc. Prof. Dr. Yılmaz KÜÇÜK Prof. Dr. M. Sabri GÖK	The Methods Applied In Machining Carbon Fiber Reinforced Polymer Composites	765-775
Lect. Ömer PEKTAŞ Assoc. Prof. Dr. Murat KÖSEOĞLU	Improvement Of The Frequency Response Of A Low-Pass Fractional-Order Filter And Its Digital Implementation With Fpga	776-786
Furkan SAY Assoc. Prof. Dr. Çiğdem ACI	Classification of Multi-Label Animal Behaviors Using IMU Time Series Data: A Comparative Analysis of Transfer Learning and Domain Adaptation Methods	787-799
Adel DELIOU Takieddine Bouklia Samir DJIMLI Mohamed Kemiha Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	Thermoelastic Characteristics of a Symmetric Composite Laminated E-Glass/Epoxy	800
Kunchakuri Preethi Dr.Tawseef Ahmad Ch.Sunil Kumar M.Suresh	Dementia Virtual Memory App	801
Anumandla Nivedith Reddy Dr.Tawseef Ahmad M.suresh Ch.sunil kumar	Intelligent Legal Assistant for Indian Laws	802
Jalila HANYNY Zaina IZGHRI Layla EL GAINI Abdelaziz BAÇAOU Abdelrani YAACOUBI	Combined Adsorption And Photocatalysis Via Clay-Hydrochar Composite	803
Adel DELIOU Takieddine Bouklia Samir DJIMLI Mohamed Kemiha Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	Diagnosis of Rotating Machines by Vibratory Analysis	804
Eng. Yahya Mohammed Mana Al-Rubaie	An Analytical Study of the Factors Limiting the Prevalence of Downstream Media in Social Media Networks	805-830
ANAKPUA, BLESSING C. (PhD) ABDULRAHIM, Musbahu (PhD) AYIM JOSHUA OKPOGHE	Extent Of Mathematics Teachers' Use Of Multisenseory Mathematics Instruction In Teaching Students With Learning Disabilities In Ebonyi State, Nigeria	831
Brahim LIZOUL Said ES-SAKALI Abdellah ANOUAR	Mechanistic Insights into Heavy Metals Ions Removal from Aqueous Solutions Using Calcium Phosphate: Precipitation and Transformation	832
Ornela Beribashi Migena Plasa	Evaluation Of Postural Spinal Stability İn 14 -Year-Old Boys' Basketball Players Of Albania	833-841

AUTHORS	TITLE	NO
Kutlieva G.D. Turaeva B.I. Kamolova H.F, Kobilob F.B	MYCOTOXINS AND NEW POSSIBILITIES FOR MYCOTOXIN BIODEGRADATION USING PROBIOTICS	842-843
Dr. Ayesha Jamil Assoc. Prof. Dr. Muhammad Saleh Faisal Assist. Prof. Dr. Shaikh Fahad Falah Assist. Prof. Dr.Bela Inayat Assist. Prof. Dr. Naheed Siddiqui	Prospective Study On Genetic Determinants Of Carbamazepine Response; The Cyp3a5-Rs15524 Gene Carbamazepine Response; The Cyp3a5- Rs15524 Gene Polymorphism In Pashtun Patients With Epilepsypolymorphism In Pashtun Patients With Epilepsy	844
Seyed Mehdi Talebi Asra Salman	Investigation Of Chemical Composition And Antioxidant Activity Of Seed Oils In Different Okra Cultivars	845
Elizabeta Popova Ramova	Disability in Iconography	846
Sarath Jairaj	Comparative Efficacy of Hypertonic Saline vs Mannitol in the Management of Intracranial Hypertension Following Severe Traumatic Brain Injury	847-848
LAIBA RANA Hamza Mazhar	Noise Induced Hearing Loss from Personal Digital Listening Devices	849
Associate Professor Dr. Rozina Khattak	Photocatalytic Degradation Of Malachite Green Using A Binary Nanocomposite Catalyst	850
Associate Professor Dr. Rozina Khattak	Photocatalytic Degradation Of Acid Blue 93 Using Nanoparticles For Environmental Remediation	851
Syed Anam Shaheen Abbas Shah, Muhammad Shoaib, Muhammad Yasin Naz *, Shazia Shukrullah	Synthesis And Study Of Kinetics Of Cofe 2 O 4 @Sio 2 -Chitosan Adsorbents For Removal Of Cadmium And Lead From Water	852
Sarah Okhueleigbe Adebukola Rasheedat Salawu Olutayo Israel Falodun	Urine Samples Of Suspected Uti Patients In A Tertiary Hospital In Ibadan, Nigeria Is A Hotspot For Antibiotics Resistant Gram Negative Bacteria	853
Ms. Funmilayo Adejoke Fatukasi	Production And Characterisation Of Polyhydroxyalkanoates Bacteria Isolated From Soil Sample	854
Dr. Iram Liaqat	UV Irradiation Effects On Phyllosphere Colonization And Biofilm Formation Of Olea Europaea	855
Prof. Dr Ivan Pavlović Prof. Dr Nada Plavša Aleksandra Tasić Nataša Rajić-Savić	Arthropods Conditional Pests Of Honey Bee	856
Yasmine Malak ZERARKA	Silent Patients: Veterinary Challenges In Reptile Medicine	857
Swathi. R Rubin thara.S praveena. E	Nanoparticle Tracking Analysis (Nta) For Characterization Of Drug Delivery System	858

AUTHORS	TITLE	NO
Faizan Afzal	Prescription Drug Misuse (PDP): A Cross sectional And Descriptive Type Of Study In Public And Pharmacies To Evaluate Root Cause Of Drug Misuse	859-860
Bismillah Iftikhar	Fabrication Of Sumatriptan Succinate-Loaded Oral Dissolving Film (Odf) For Rapid Migraine Relief	861
R.Devadharshini Dr.R.Srinivasan	Polycystic Ovarian Disorder	862
kishore.R Meenatchi .S Keerthana.V Dr.R Saravanan	Depression	863
Shraddha S. shinde	Crispr-Based Smart Probiotics: A Next-Generation Approach For Targeted Drug Synthesis And Delivery In The Human Gut	864
Saraswathi.V Divya.k B.lavanya Babu Dr.R.Srinivasam	Herbal Thailam's Function In Treating Skin Conditions	865
Abdelmalek Matine Ali barhoumi Denzira Mohammed Habib Brahim LIZOUL El Alaoui El Abdallaoui Mohammed El Idrissi Abdellah Zeroual	A Combined Dft Quantum Chemical And Molecular Dynamics Approach For Assessing The Efficiency Of A New Corrosion Inhibitor	866
Mohammed Denzira Ali Barhoumi, Abdelmalek Matine, Abdessamad Tounsi Mohammed El idrissi	Decoding The Hydroboration–Oxidation Of A- Trans-Himachalene Through Multiscale Modeling	867
El mostafa Benharaf Ikram Mennas A.Arif Mohammed Denzira Ali Barhoumi Abdelmalek Matine Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	Engineering High-Performance Organic Photovoltaics: Theoretical Insights into Quinoxaline-Based Electron Donor Materials	868
Mohammed Denzira Ali Barhoumi Abdelmalek Matine Abdessamad Tounsi Mohammed El idrissi	Multiscale Computational Investigation Of Hydroboration–Oxidation In A-Trans-Himachalene: Mechanism, Stereoselectivity, And Admet Profilehydroboration–Oxidation	869
Ananda Sulistyani Mansur Chadi Mursid	Digitalization Of Sharia Economy: Fintech's Contribution To Strengthening The National Halal Financial Ecosystem	870
Himah Naely Rahmah	The Impact of Education, Health, and Economic Growth on the Human Development Index: A Panel Data Analysis of Developing Countries	871
Mahyuliyah	The Role of the Creative Economy in Promoting National Economic Growth in the Digital Era	872
Angga Candra Winata	The Role Of The Creative Economy And Halal Sector In The Growth Of Religious Tourism In Indonesia	873

AUTHORS	TITLE	NO
Shinta Maharani	The Role Of Sharia Fintech As A Solution For Financial Inclusion In Indonesia: A Literature Review	874
Sabrina Kharisma SURI	The Effect Of Digital Financial Literacy On Fintech Utilization By Msmes In Rural Areas	875
M. Ariel Ramadhani	Creative Economy And Halal Industry For Global Economic Inclusivity In Pekalongan City	876
Rafid Naufal AQİL	The Impact Of Digital Financial Literacy On The Use Of Fintech Services In Indonesia	877
Ahadiyah Dwi Risyani	The Role of Digital Art in Preserving Cultural Identity in the Global Era	878
Safira Nurul HIDAYAH	International Trade And Economic Resilience: Evaluating The Impact Of Multilateral Agreements	879
MERLINA GUSTIN	Creative Economic Transformation in the Digital Age: The Role of Fintech as a Driver of Financial Innovation	880
Vina Alviani	Digital Transformation and Islamic Culture: Preserving Faith and Identity in the Modern Era	881
Dina Indah Maulida	The Role Of Management Information Systems In Managerial Decision-Making: Concepts And Components	882
Lintang Trisha ELMAGA	Reimagining Cultural Identity In The Digital Era: Negotiating Tradition, Creativity, And Global Influence Through Art And Design	883
Muhammad Hadziq Ulil Abshor	The Creative Economy In Enhancing The Added Value Of Halal Agricultural Products In Indonesia	884
Muhammad Yusuf Maulana	The Influence of Design Innovation and the Use of Environmentally Friendly Materials on the Selling Value of Muslim Fashion Products in the Global Market in Batang	885
Diah Qurota A'yun	The Impact Of The Creative Economy On Improving People's Welfare	886
Annisa Hidayah Miladia	The Role Of Fintech In Enhancing Financial Access In Developing Countries	887
Azkiya NAYONG	Creative Economy Of The Halal Industry: Product Innovation, Maqashid-Based Business Models, And Global Competitiveness	888
Nur Suqya Rahma Muhlis Madani Nuryanti Mustari Herman	Cross-Sector Collaboration In The Implementation Of Education At Sma Muhammadiyah Kalosi	889
Nuryanti Mustari Diky Chandra Indri Apriani Nur Fatimah Azzahra Rusli	Collaborative Governance Framework For Community-Based Nutrition Education To Reduce Stunting: A Multi-Actor Approach In Jeneponto Regency, Indonesia	890
Fatine BENKIRANE Mohamed AIT OUDRA Samir ERRABIH	The Evolution of the Auditor's Role: From Traditional Verification to AI Systems Auditing	891-892

AUTHORS	TITLE	NO
Dr Eme, Chukwuemeka G. Dr. Elikwu Michael.	Issues And Challenges Of Coronavirus Outbreak In Nigeria	893-902
Dr. Eme, Chukwuemeka G.	Stakeholder Analysis As A Medium To Aid Change In The Manufacturing Sector And Enhance Firm Performance In Nigeria	903-921
Dr. Eme, Chukwuemeka G.	Applications Of Swot Analysis, Pestle & Other Organizational Strategic Planning Tools In Selected Food & Beverage Manufacturing Firms In Lagos, State Nigeria	922-938
Jamshid JozMohammadpour Leila Raeisi Dezaki Zeynab PourKhaghan	Examining the Diminishing Power of the State Relative to Individual Rights as a Result of Human Rights Development	939
Dr. Mohammad Bagher Ghorbanvand	An Analysis Of The Conditions And Obstacles To The Seizure Of Real Property In The Iranian Judicial And Registration System	940
Assist. Prof. Dr. MUHAMMAD FAISAL	Harnessing Livestock Economics for Sustainable Growth in Pakistan with Pathways to Productivity, Profitability, and Rural Prosperity	941-942
Prof. Dr. Laura DIACONU (MAXIM) Prof. Dr. Cristian C. POPESCU Prof. Dr. Mihai-Bogdan PETRIȘOR	Public Expenditure And Well-Being: A Cross-Country Analysis	943
Alya Viyan NADA	Opportunities For Msmes Within The Creative Economy And Halal Industry Ecosystem In The Digital Era	944
Cinta Amalia Sukma	The Global Integration Of Science And Art: A Pathway Toward Creative Knowledge And Cultural Advancement	945-946
Muh FATKHURROZI	Revitalizing Local Cultural Values In The Digital Era: Challenges And Opportunities For The Younger Generation	947
Angga Candra Winata	The Role Of The Creative Economy And Halal Sector In The Growth Of Religious Tourism In Indonesia	948
Sifatu RAHMA	Economic Compassion: Building A Future Where Growth Meets Humanity	949
Eri Sisca Amalia	The Law Of Buying And Selling Transaction In Islamic Economics: Discusses The Regulations Governing Buying And Selling Transactions In Accordance With Shara	950
Ayu Dwi SRIKANTHI	Green Aesthetics: Integrating Local Wisdom And Sustainable Design In Indonesia's Environmental Future	951
ROFIYANA HENDRI HERMAWAN ADINUGRAHA	Building A Sharia-Based Economy: The Role Of Sharia Economic Law In Supporting The Growth And Prosperity Of Msmes In Indonesia	952
Fikri Novrial AZHAR	Integration Of Religious And General Sciences In The Islamic Scientific Paradigm	953
Prawinda Mutiara QALBU	The Digital Revolution And Ai: Redefining Global Social And Cultural Dynamics In The 21st Century	954
Sulis Ari Arofatur	Digital Human Capital Strategy ; Improving Company Performance	955
Nadia Safitri	Literature Study: The Role of Infrastructure in Improving Rural Community Welfare	956

AUTHORS	TITLE	NO
Riri Eriska FEBRIYANTI	Eğitimde Yapay Zeka Kullanımı: Fırsatlar ve Zorluklar	957
Nur Khiba Sania	Creative Economy and Halal Industry in the Context of Digital Transformation of MSMEs in Indonesia	958
Mukti Wibowo	Scientific And Innovative Approaches To Regional Economic Development: Lessons From Southeast Asia	959-960
Muhammad Usman Ariffianto	Fintech Innovation In Encouraging Financial Inclusion In The Digital Era	961
Elda Purwanti	Utilization Of Artificial Intelligence In Fintech Services	962
Gita Oktavia Rosita	Innovation Meets Faith: The Role Of The Creative Economy In Strengthening The Global Halal Industry	963
Gita Oktavia Rosita, Mansur Chadi Mursid	Strategies For Dealing With Regulation And Data Security In The Fintech Ecosystem	964
Cantika Hanaina Zati Hendri Hermawan Adinugraha	Analysis Of The Role Of Financial Literacy In Improving The Economic Independence Of Generation Z: A Literature Review	965
Alvi KHOERiyAH	Strengthening The Synergy Between The Creative Economy And The Halal Industry As A Strategy For Sustainable Economic Growth In Indonesia	966
Eva Tia Putri Mansur Chadi Mursid	Digital Economic Transformation: The Contribution Of Financial Technology To Micro And Macro Economies	967
MUHAMMAD ABDURRAHMAN	Description Of Student Learning Difficulties In The Acid-Base Material At Umaru Musa Yar'adua University Katsina	968
Rindang Wijayanti Mansur Chadi Mursid	Peran Financyl Technology Dalam Meningkatkan Inklusi Keuangan Dan Perilaku Konsumen Di Indonesia	969
Nabilah Hakimah Al Huda	Dynamics of People's Purchasing Power as an Impact of the Increase in Value Added Tax (VAT) Rate in Indonesia	970
Rindang Wijayanti	Synergy between the Creative Economy and the Halal Industry in Driving Sustainable Economic Growth in Indonesia	971
Rindang Wijayanti Mansur Chadi Mursid	The Role of Financial Technology in Improving Financial Inclusion and Consumer Behavior in Indonesia	972
Ornela BERIBASHI Migena PLASA	Postural Stability In 16-18-Year-Old Boys' Basketball Players In Tirana Of Albania	973-981
Riema Ainun NISSA	Land And Building Tax In The Era Of Urbanization: Potential As A Source Of Financing For Smart Cities	982
Nabilah Hakimah Al Huda	Strategy to Increase MSME Sales through the Integration of E-Commerce and Marketing Information System Integration	983
Silva Asti Ananta	The Role of Management Information Systems in Digital Transformation: Enabling Informed Business Decisions	984
DWI AYU SEPTIYANI	The Role Of Digital Platforms In Strengthening Indonesia's Creative Economy Ecosystem	985

BaTiO₃ (Pm-3m): A CROSS-DISCIPLINARY CITATION ANALYSIS**Serkan GÜLDAL**

Adiyaman University, Faculty of Art and Science, Department of Physics, 02040, Adiyaman

ORCID: 0000-0002-4247-0786**ÖZET**

Baryum titanat (BaTiO₃), ferroelektrik ve piezoelektrik özellikleriyle öne çıkan temel bir ABX₃ tipi perovskittir. Son yıllarda, biyomedikal mühendislik ve enerji uygulamaları gibi disiplinler arası alanlarda artan bir öneme sahip olmuştur. Bu çalışma, BaTiO₃'ün kübik fazı (Pm-3m uzay grubu) üzerine yapılan araştırmaların bibliyometrik analizini sunmaktadır. Analiz, Semantic Scholar Graph API üzerinden elde edilen yapılandırılmış bibliyografik veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veri kümesi, tematik özgünlük açısından filtrelenmiş ve regresyon modellemesi, anahtar kelime sıklığı takibi ve yazar düzeyinde etki metrikleri ile değerlendirilmiştir.

Sonuçlar, 2015 sonrası dönemde yayın ve atıf sayılarında keskin bir artış olduğunu göstermektedir. Bu artış, BaTiO₃'ün tıp, fizik ve bilgisayar bilimi gibi alanlara doğru disiplinler arası genişlemesini yansıtmaktadır. Anahtar kelime eğilimleri ve yazar metrikleri, artan iş birliğini ve tematik çeşitlenmeyi ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, fonksiyonel malzemelerdeki araştırma eğilimlerini değerlendirmek için yeniden üretilebilir bir çerçeveye sunmakta ve BaTiO₃'ün çağdaş bilimsel literatürdeki evrilen rolünü vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: BaTiO₃, Ferroelektrik, Piezoelektrik, ABX₃, Semantic Scholar**ABSTRACT**

Barium titanate (BaTiO₃), a key ABX₃-type perovskite, has gained prominence for its ferroelectric and piezoelectric properties, with expanding relevance in biomedical and energy applications. This study presents a bibliometric analysis of BaTiO₃ research in its cubic phase (space group Pm-3m), using structured metadata retrieved from the Semantic Scholar Graph API. The dataset was filtered for thematic specificity and analyzed through regression modeling, keyword frequency tracking, and author-level impact metrics.

Results indicate a sharp rise in publication and citation activity post-2015, reflecting BaTiO₃'s interdisciplinary expansion into fields such as medicine, physics, and computer science. Keyword trends and author metrics reveal increasing collaboration and thematic diversification. The findings offer a reproducible framework for assessing research trajectories in functional materials and highlight BaTiO₃'s evolving role in contemporary scientific literature.

Keywords: BaTiO₃, Ferroelectric, Piezoelectric, ABX₃, Semantic Scholar

INTRODUCTION

ABX₃-type perovskites, where A and B are cations and X is an anion (typically oxygen), represent a versatile class of materials with tunable electronic, magnetic, and structural properties. Among them, BaTiO₃, SrTiO₃, and PbTiO₃ have been extensively studied for their ferroelectric, piezoelectric, and dielectric functionalities (Jaffe, Cook, & Jaffe, 1971; Wu, 2018). These materials have become central to the development of capacitors, sensors, actuators, and electro-optic systems due to their phase-dependent properties and structural adaptability (Su & Zhang, 2019).

Recent theoretical investigations have expanded the understanding of magnetic phenomena in ABO₃ perovskite nanoparticles. For instance, surface and edge antiferromagnetism has been observed, revealing complex magnetic behaviors that emerge at the nanoscale (Güldal & Polat, 2020). These findings underscore the importance of effective field theory in modeling low-dimensional perovskite systems. Complementary synthesis and characterization efforts on SrTiO₃ have demonstrated methodological approaches to enhance material stability and performance (Güldal, 2025).

In parallel, BaTiO₃ has gained attention in biomedical and energy applications, reflecting its interdisciplinary potential. BaTiO₃ nanoparticles have shown promise in targeted drug delivery and cancer therapy due to their biocompatibility and electromechanical responsiveness (Ćurčić et al., 2025; Fakhar-e-Alam et al., 2023). Additionally, BaTiO₃-based nanogenerators are being explored for energy harvesting in wearable and implantable electronics (Korkmaz & Kariper, 2021). These emerging applications highlight the material's transition from a traditional ceramic to a multifunctional platform in advanced technologies.

Despite its long-standing presence in materials science, a systematic bibliometric analysis of BaTiO₃—particularly in its cubic phase—has been lacking. This study addresses that gap by analyzing structured metadata retrieved from the Semantic Scholar Graph API to quantify publication trends, citation trajectories, keyword evolution, and author-level metrics (Ammar et al., 2018). The intention is to map the scholarly landscape of BaTiO₃ research, identify emerging themes, and forecast future directions.

By integrating regression modeling, keyword frequency analysis, and author impact visualization, this work reveals the transformation of BaTiO₃ from a niche topic to a central theme in advanced materials and interdisciplinary science. The findings offer a reproducible framework for evaluating research trends in other functional materials and highlight BaTiO₃'s evolving role in both fundamental and applied research.

To systematically explore the scholarly evolution and interdisciplinary expansion of BaTiO₃ research, this manuscript is organized as follows: Section 2 outlines the materials and methods used in the bibliometric analysis, including data collection via the Semantic Scholar Graph API, filtering criteria, and analytical techniques such as regression modeling and keyword frequency analysis. Section 3 presents the results and discussion, highlighting trends in publication and citation activity, keyword dynamics, and author-level metrics. This section also visualizes the disciplinary shift of BaTiO₃ research from traditional materials science to emerging fields such as medicine and computer science. Section 4 concludes the study by summarizing key findings, reflecting on BaTiO₃'s evolving role in scientific literature, and proposing directions for future research in functional materials.

MATERIALS AND METHOD

This study presents a bibliometric and trend analysis of BaTiO₃ in its cubic perovskite phase (space group Pm-3m), based on structured metadata retrieved from the Semantic Scholar Graph API. The methodology was designed to ensure semantic relevance, analytical precision, and reproducibility.

To construct the dataset, publications were filtered to include only those that explicitly mention the chemical formula BaTiO₃ in either the title or abstract. This ensured thematic specificity and excluded tangentially related works. Additionally, only papers with non-empty abstracts were retained to support keyword extraction and thematic analysis. The Semantic Scholar API was used to retrieve metadata fields such as title, abstract, authorship, publication year, venue, citation count, keywords, and fields of study. The data collection process was throttled to comply with API rate limits, and pagination was used to retrieve up to 1000 records. Citation data was obtained using the accurate citation endpoint, which allowed for year-by-year citation tracking of individual papers. This enabled the construction of longitudinal citation curves and cumulative citation trajectories.

Trend analysis was performed using linear regression to model the temporal evolution of both publication and citation counts. The regression model provided estimates of slope (growth rate), coefficient of determination (R^2), and statistical significance (p-value). Additionally, the Compound Annual Growth Rate (CAGR) was calculated to quantify the pace of scholarly expansion. A forecast horizon of three years was applied to project near-future trends.

Keyword dynamics were analyzed by extracting terms from metadata and filtering them based on a minimum frequency threshold. The top keywords were selected based on their temporal

slope, allowing the identification of emerging research themes. These trends were visualized using line plots and heatmaps.

Author-level metrics, including h-index and total citation count, were retrieved from Semantic Scholar to assess scholarly impact. These metrics were used to generate histograms, scatter plots, and bubble charts, providing insight into the distribution of influence and collaboration patterns within the BaTiO₃ research community.

RESULTS AND DISCUSSION

Citation and Publication Trends

The citation trends in Fig. 1 for BaTiO₃ with Pm-3m papers from 1997 to 2025 show a clear and consistent increase in scholarly attention over time. In the early years, citation counts remained relatively low, indicating limited visibility or a smaller research community. Starting around 2010, a gradual rise in citations began, reflecting growing interest in BaTiO₃'s functional properties and applications. This upward trend accelerated significantly after 2015, with a sharp increase in total citations continuing through 2025. The stacked bar graph reveals that this growth is not driven by a few highly cited papers but rather by a broad base of contributions, as many individual papers are represented in the citation data. This pattern suggests a diversification of research themes and a strengthening of interdisciplinary engagement, particularly in materials science, medicine, and physics. Overall, the citation trajectory underscores BaTiO₃ with Pm-3m's evolving role as a central topic in advanced materials research and its expanding relevance across multiple scientific domains. This is the original

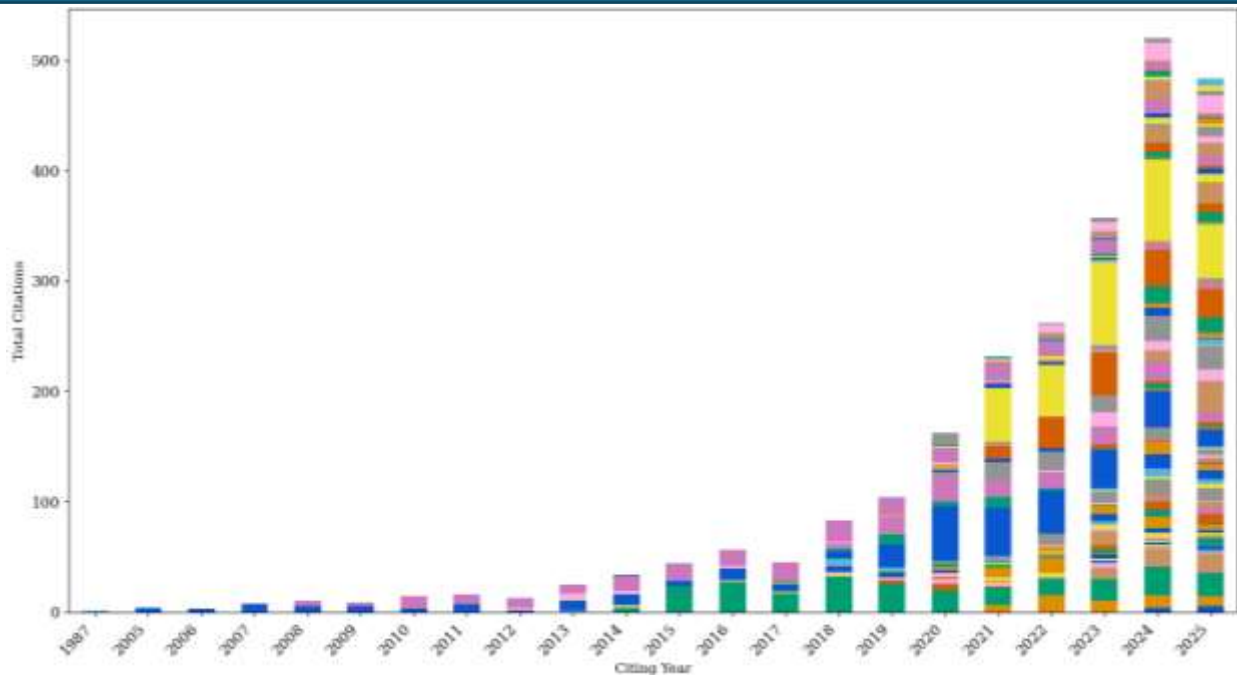


Fig. 1 Annual citations for BaTiO₃, Pm-3m studies (1997–2025), stacked by 90 individual publications, showing a sharp rise in scholarly attention after 2015.

Fig. 2 presents a longitudinal analysis of annual citation counts for BaTiO₃ (Pm-3m)-related publications from 1987 to 2029, integrating both historical data and future projections. The blue line with circular markers represents the actual citation counts per year, while the orange dashed line denotes a linear regression model fitted to the historical data. The green dotted line extends this trend into the future, offering a forecast of citation growth. A vertical grey dashed line marks the transition point between observed data and the forecast period.

From 1987 through the early 2010s, citation activity remained relatively low, reflecting either limited research output or low visibility of BaTiO₃ (Pm-3m) within the broader scientific community. However, a marked inflection point is observed around 2015, after which citation counts increased sharply, peaking near 2022. The significant acceleration in citation counts after 2015 can be attributed to several converging factors. First, the number of publications on BaTiO₃ (Pm-3m) increased markedly during this period, indicating a broader research engagement. This growth was not limited to materials science but extended into interdisciplinary domains such as medicine and physics, as evidenced by the rising frequency of related keywords like biocompatibility, piezoelectric biosensors, and energy storage (Sood et al., 2023). The emergence of new application areas—particularly in biomedical devices and energy harvesting technologies—has expanded the relevance of BaTiO₃ research beyond its traditional scope. For instance, BaTiO₃-based nanocarriers have shown promise in targeted drug delivery and regenerative medicine due to their piezoelectric and ferroelectric properties

(Ćurčić et al., 2025), while BaTiO₃-based nanogenerators are being explored for powering wearable and implantable electronics (Korkmaz & Kariper, 2021). Furthermore, the average number of authors per publication rose to over six, reflecting a trend toward larger, more collaborative research teams. This increase in co-authorship, coupled with a higher average h-index among contributing authors, suggests that more experienced and influential researchers have entered the field, thereby enhancing the visibility and impact of BaTiO₃-related studies. Collectively, these developments have contributed to the sustained and sharp rise in citations observed after 2015.

The linear trend line, characterized by a slope of 13.08 citations per year, an R² value of 0.49, and a statistically significant p-value of 0.00028, indicates a moderate but consistent upward trajectory in scholarly attention. While the R² value suggests that other nonlinear or domain-specific factors may also influence citation behavior, the overall trend confirms the material's rising prominence in the literature. The future projection anticipates continued growth in citations, albeit with potential fluctuations, suggesting that BaTiO₃ (Pm-3m) will remain a focal point in materials science research.

This underscores the evolving impact of BaTiO₃ (Pm-3m) as a research topic, transitioning from a niche area to a widely cited and interdisciplinary field. The integration of historical trends with forward-looking projections provides valuable insight into the material's scholarly trajectory and its potential to influence future technological developments.

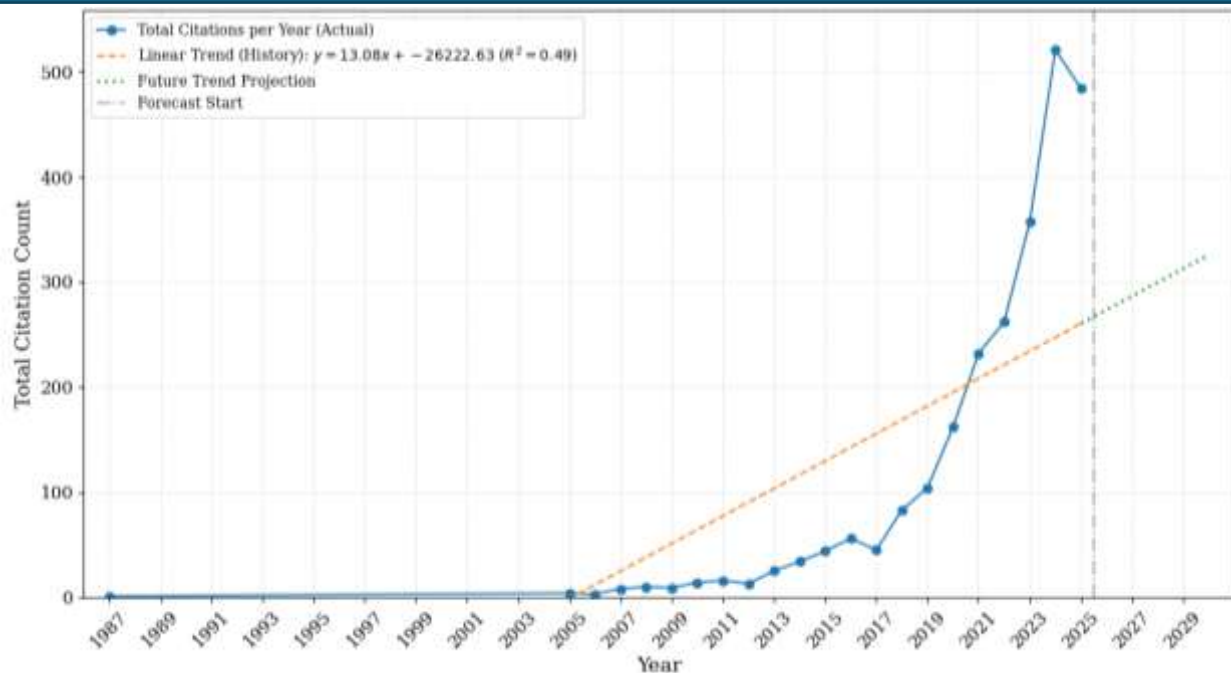


Fig. 2. Annual citation counts for BaTiO₃ (Pm-3m) from 1987 to 2029, with a linear trend (slope = 13.08/year, R² = 0.49, p = 0.00028) and projected growth, highlighting a sharp rise post-2015

Fig. 3 presents the cumulative citation trajectory of BaTiO₃ (Pm-3m)-related publications from 1987 to 2025. The x-axis denotes the citing year, while the y-axis represents the cumulative number of citations.

The citation curve remains nearly flat from 1987 to approximately 2005, indicating minimal scholarly attention during this early period. This phase likely reflects the nascent stage of research on BaTiO₃ in its cubic perovskite phase, with limited interdisciplinary engagement and technological relevance.

A gradual increase in citations begins around 2006, marking the onset of broader interest in the material's functional properties. This trend accelerates significantly after 2014, transitioning into a phase of exponential growth. By 2025, the cumulative citation count approaches 2500, underscoring BaTiO₃'s emergence as a focal point in advanced materials research.

The sharp rise in citations post-2014 coincides with the material's expanding applications in ferroelectric and piezoelectric devices, biomedical engineering, and energy harvesting technologies. This surge also reflects the growing integration of BaTiO₃ research into interdisciplinary domains such as physics, medicine, and materials informatics (Ćurčić et al., 2025; Korkmaz & Kariper, 2021; Sood et al., 2023).

Overall, the figure illustrates the transformation of BaTiO₃ (Pm-3m) from a niche research topic into a widely cited and influential material across multiple scientific disciplines. The cumulative

citation pattern highlights sustained scholarly engagement and the material's increasing relevance in both fundamental studies and applied research.

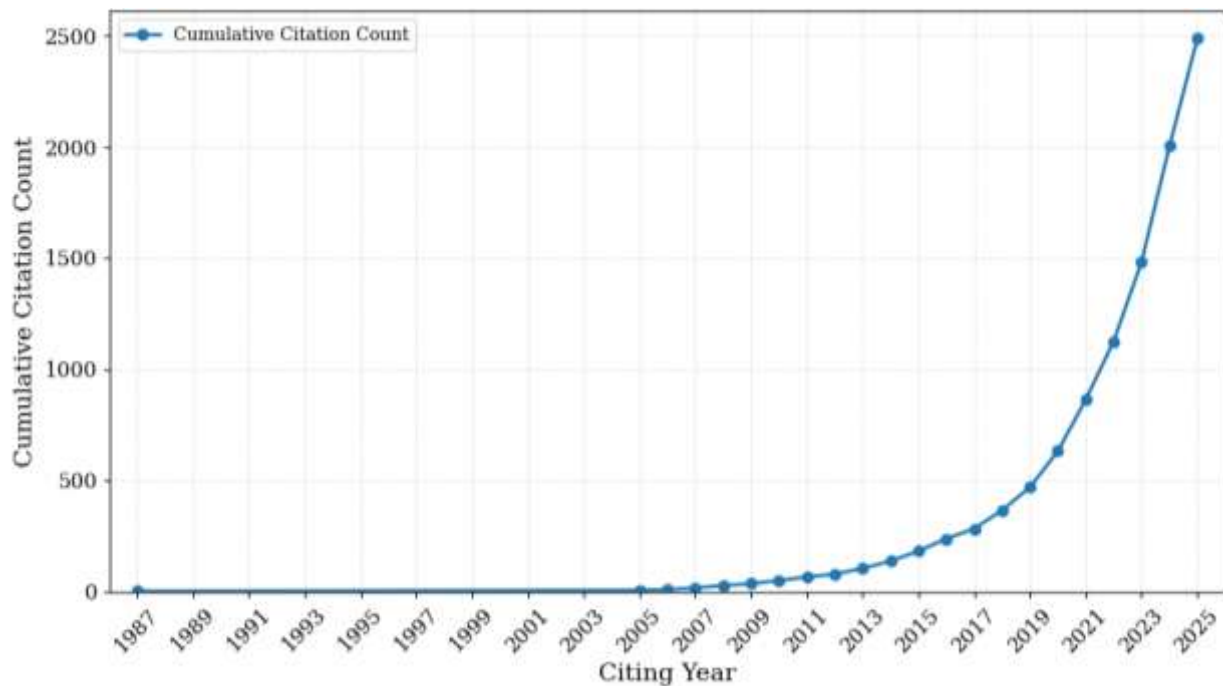


Fig. 3. Cumulative citation count for BaTiO₃ (Pm-3m) from 1987 to 2025, showing a sharp and sustained increase in scholarly attention after 2010, reaching nearly 2500 citations by 2023.

Fig. 4 illustrates the cumulative citation trajectories of the ten most influential publications on BaTiO₃ in its cubic perovskite phase (space group Pm-3m) over a twenty-year period. Each curve represents the citation accumulation of a single publication, enabling comparative assessment of scholarly impact across time.

The data reveal heterogeneous growth patterns among the top-cited papers. While all publications exhibit a general upward trend, several show markedly accelerated citation rates post-2015. This inflection point aligns with a broader surge in interdisciplinary interest in BaTiO₃, particularly in the domains of ferroelectric and piezoelectric materials, biomedical engineering, and energy harvesting technologies.

The divergence in citation trajectories suggests varying degrees of influence and relevance among the selected works. Some papers maintain steady growth, indicative of foundational contributions with sustained utility, such as the study by Seo and Ahn (2013), which provided a comprehensive first-principles investigation of BaTiO₃ polytypes. Others display exponential increases, likely reflecting breakthroughs or novel applications that catalyzed subsequent research. For instance, the work by Ćurčić et al. (2025) on BaTiO₃ nanocarriers for targeted

drug delivery and the review by Sood et al. (2023) on biomedical applications of BaTiO_3 nanoparticles have garnered rapid attention due to their relevance in emerging interdisciplinary fields. This figure underscores the dynamic nature of BaTiO_3 research, highlighting how specific publications have shaped the field's evolution. The cumulative format provides insight into long-term scholarly engagement, while the comparative view reveals the stratification of impact within the research corpus.

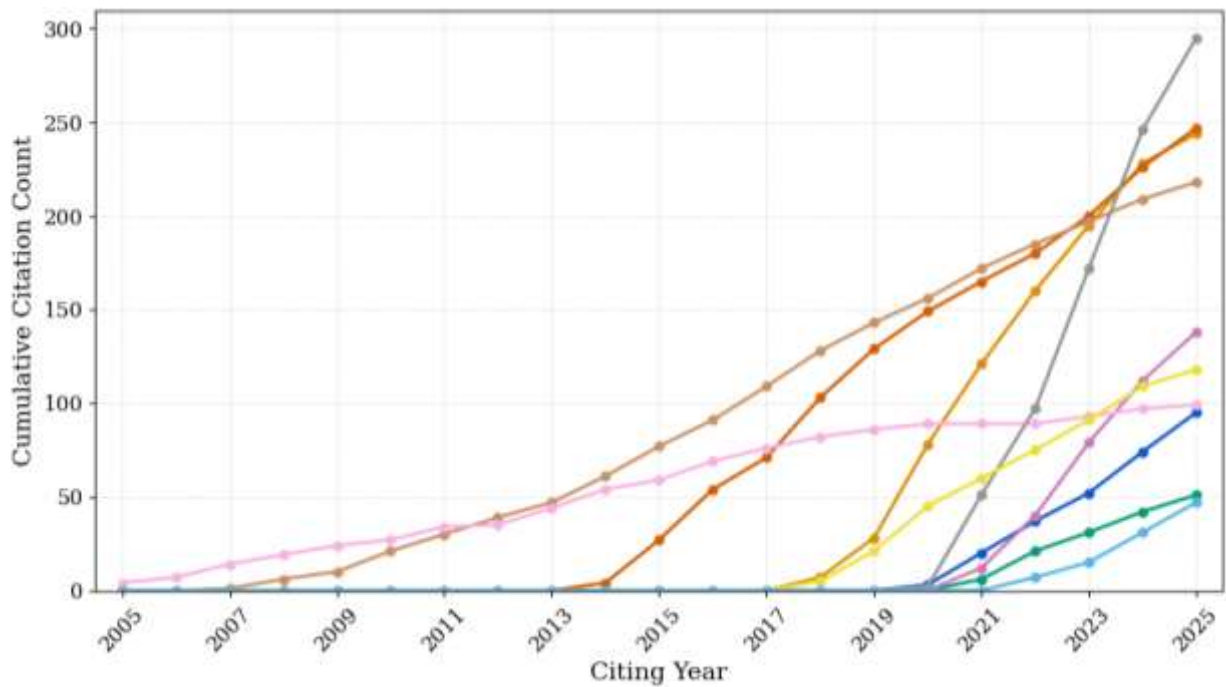


Fig. 4. Cumulative citation counts for the top 10 BaTiO_3 (Pm-3m) publications from 2005 to 2025, showing varied growth patterns and increasing scholarly impact post-2015.

Fig. 5 presents a longitudinal analysis of annual publication counts for BaTiO_3 in its cubic perovskite phase (space group Pm-3m) from 1987 to 2029, integrating both historical data and future projections. The x-axis denotes the publication year, while the y-axis represents the total number of publications per year. The figure includes three key elements: a blue line with circular markers indicating actual publication counts, an orange dashed line representing a linear regression model fitted to historical data, and a green dotted line projecting future publication trends. A vertical gray dashed line marks the transition point between observed data and forecasted values.

The historical data reveal minimal publication activity from 1987 to approximately 2010, suggesting limited research engagement with BaTiO_3 (Pm-3m) during this early period. Beginning around 2012, a noticeable increase in annual publications is observed, culminating

in a peak near 2022. This surge reflects a growing scientific interest in BaTiO_3 , likely driven by its versatile applications in ferroelectric, piezoelectric, and dielectric technologies.

The linear regression model, characterized by the equation $y = 0.37x - 745.49$ and an R^2 value of 0.56, indicates a moderate but consistent upward trend in publication activity. While the R^2 value suggests that additional nonlinear or domain-specific factors may influence publication behavior, the overall trajectory confirms the material's rising prominence in the literature. The future projection anticipates continued growth in publications, despite with potential fluctuations, suggesting that BaTiO_3 (Pm-3m) will remain a focal point in materials science research.

This figure underscores the evolving impact of BaTiO_3 (Pm-3m) as a research topic, transitioning from a niche area to a widely studied and interdisciplinary field. The integration of historical trends with forward-looking projections provides valuable insight into the material's scholarly trajectory and its potential to influence future technological developments.

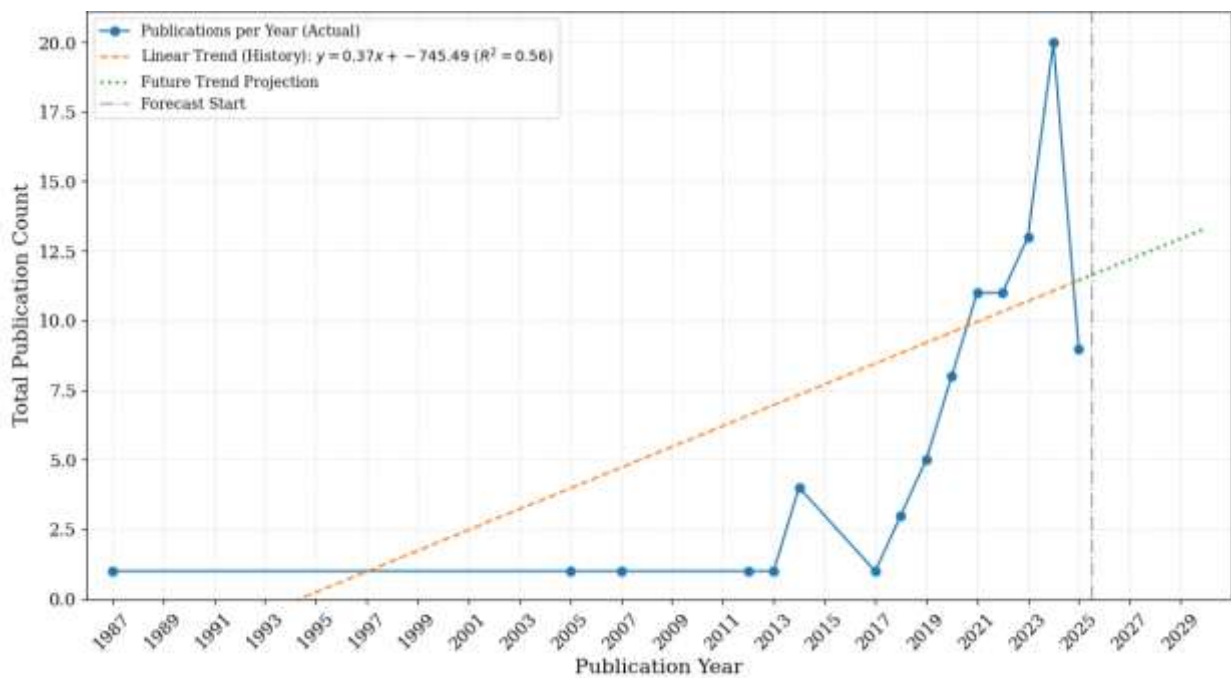


Fig. 5. Annual publication counts for BaTiO_3 (Pm-3m) from 1987 to 2029, showing observed data, historical linear trend, and projected future

Fig. 6 presents a comprehensive view of the publication dynamics for BaTiO_3 (Pm-3m) research between 1987 and 2025, combining both annual and cumulative publication counts. The bar chart illustrates the number of papers published each year, while the line graph tracks the cumulative total over time. From 1987 to approximately 2010, publication activity remained minimal, suggesting limited research engagement with this material. However, starting around

2012, a noticeable increase in annual publications is observed, followed by a sharp rise post-2016. This surge reflects a growing scientific interest in BaTiO_3 , likely driven by its versatile applications in ferroelectric, piezoelectric, and dielectric technologies. The cumulative curve steepens significantly during this period, indicating sustained and accelerating research output. By 2025, the cumulative publication count surpasses 80, underscoring BaTiO_3 (Pm-3m)'s emergence as a prominent topic in materials science. The figure effectively captures the transition of BaTiO_3 from a niche research subject to a widely studied material with interdisciplinary

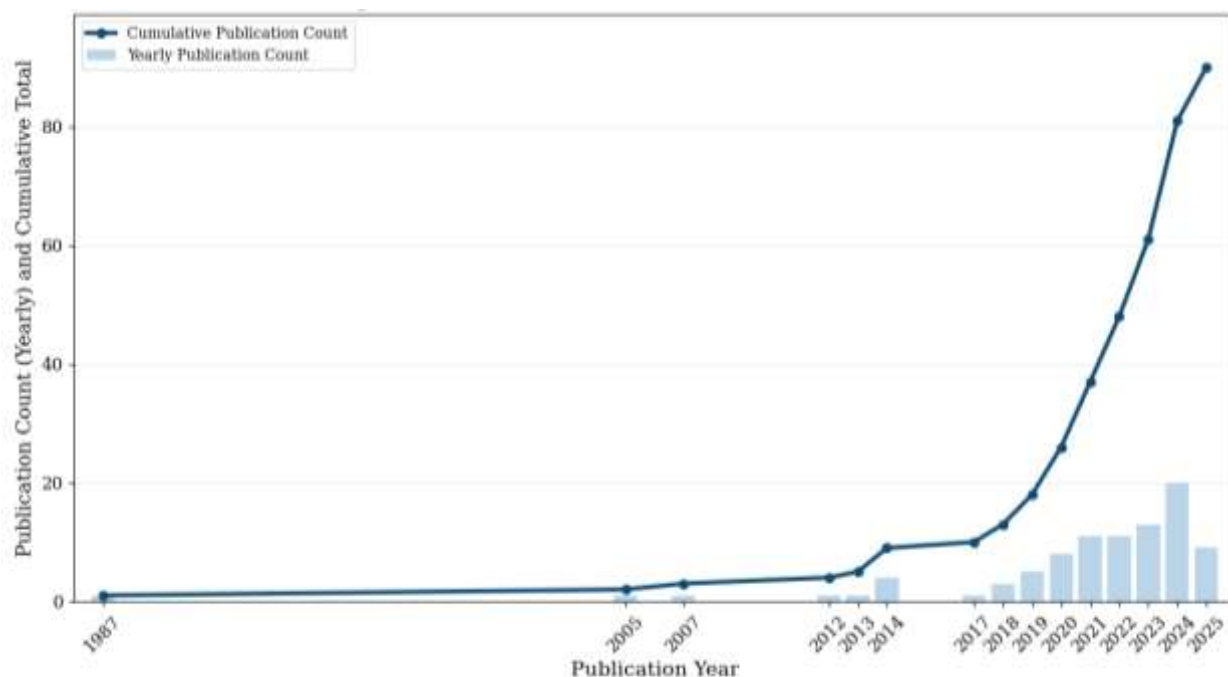


Fig. 6. Yearly and cumulative publication counts for BaTiO_3 (Pm-3m) from 1987 to 2025, illustrating a sharp rise in research activity post-2012 and sustained growth in cumulative

Disciplinary and Thematic Evolution

The heatmap presented in Fig. 7 illustrates the temporal evolution of keyword frequency in BaTiO_3 -related literature from 2004 to 2025. The selected keywords—"materials science," "medicine," and "physics"—represent the top three disciplinary domains associated with BaTiO_3 research. The x-axis denotes the publication years, while the y-axis lists the keywords. The color intensity of each cell corresponds to the number of times a given keyword appears in that year, with darker shades indicating higher frequency.

The data reveal that "materials science" consistently exhibits the highest intensity across the entire time span, with a pronounced peak around 2020. This trend reflects BaTiO_3 's foundational role in materials research, particularly in the context of ferroelectric, piezoelectric,

and dielectric applications. The sustained prominence of this keyword underscores the material's continued relevance in the development of functional oxides and advanced ceramics. The keyword "medicine" shows a gradual increase in frequency, particularly after 2010, suggesting a growing interest in the biomedical applications of BaTiO₃. These include piezoelectric biosensors, implantable devices, and drug delivery systems, where the material's biocompatibility and electromechanical properties are leveraged. The emergence of "physics" as a frequently occurring term also becomes more evident in the post-2010 period, aligning with increased attention to fundamental studies on phase transitions, domain dynamics, and lattice behavior.

Overall, Fig. 7 highlights the interdisciplinary expansion of BaTiO₃ research. While materials science remains the dominant field, the increasing presence of medicine and physics indicates a diversification of research themes and applications. This visualization effectively captures the shifting focus and broadening scope of BaTiO₃-related studies over the past two decades.

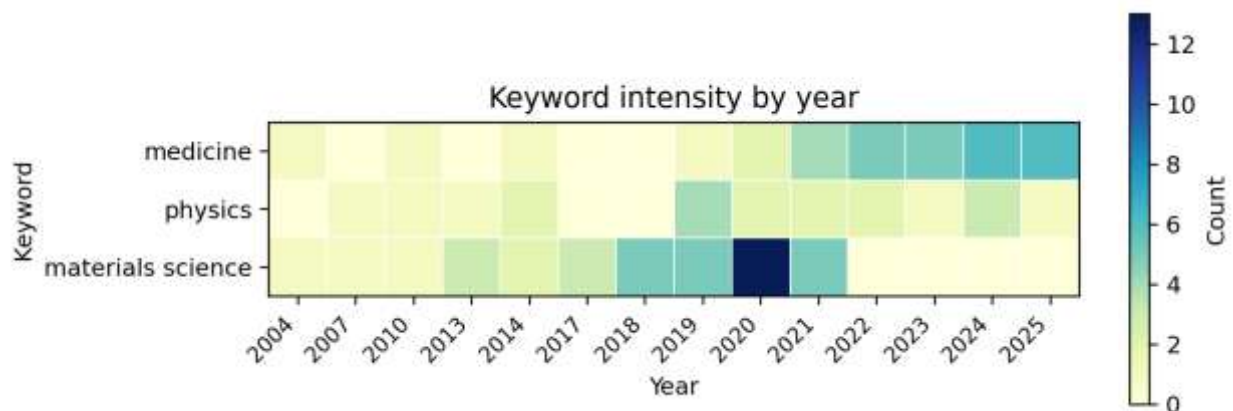


Fig. 7. Heatmap of annual keyword frequency in BaTiO₃ research for materials science, medicine, and physics (2004–2025).

Fig. 8 presents a comparative analysis of annual publication counts from 2004 to 2025 across five scientific disciplines—Materials Science, Medicine, Physics, Computer Science, and Chemistry—each represented by a distinct color. The data reveal a clear dominance of Materials Science in BaTiO₃ research, with a pronounced peak around 2020 reaching approximately 13 publications. This surge reflects the material's central role in functional oxide research, particularly in ferroelectric, piezoelectric, and dielectric applications. Medicine shows a steady upward trajectory beginning around 2017, peaking at about four publications in recent years, likely driven by emerging biomedical applications such as piezoelectric biosensors and implantable devices. Physics exhibits intermittent activity with minor peaks around 2013 and fluctuating interest, thereafter, suggesting ongoing but less concentrated efforts in fundamental

studies like phase transitions and domain dynamics. Chemistry remains minimally represented, with only one publication around 2018, indicating limited engagement from this field. Computer Science shows a late but noticeable rise post-2021, possibly reflecting the growing integration of machine learning and materials informatics in BaTiO₃ research. Overall, the graph underscores the interdisciplinary expansion of BaTiO₃ studies, with Materials Science maintaining a leading role and Medicine and Computer Science showing increasing relevance in recent years.

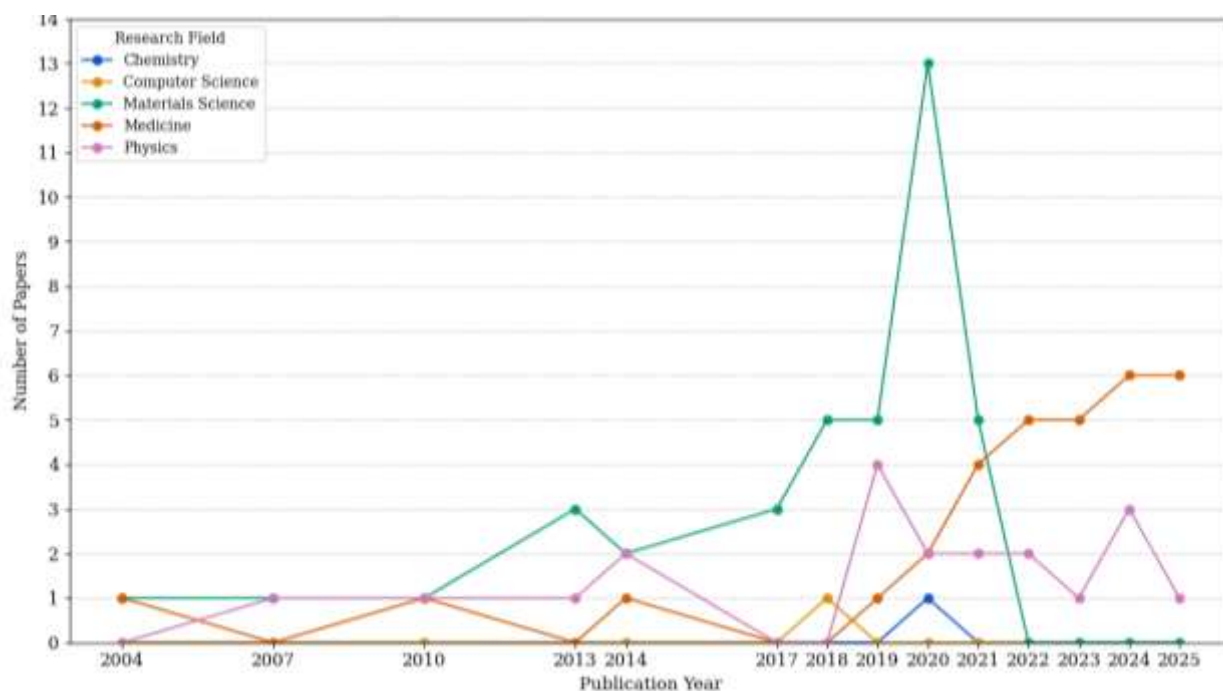


Fig. 8. Annual BaTiO₃ publication trends (2004–2025) across five fields, with Materials Science leading consistently.

Fig. 9 illustrates the distribution of BaTiO₃-related publications across the five most prominent scientific disciplines: Materials Science, Medicine, Physics, Computer Science, and Chemistry.

The x-axis represents the number of publications, while the y-axis lists the respective fields.

The data clearly show that Materials Science dominates the research landscape, accounting for the highest number of publications. This is consistent with BaTiO₃'s well-established role as a prototypical ferroelectric and dielectric material, widely studied for its structural, electrical, and functional properties. The strong presence of Medicine in the dataset, ranking second, reflects the growing interest in BaTiO₃'s biomedical applications, such as in piezoelectric biosensors, implantable devices, and drug delivery systems. This interdisciplinary expansion highlights the material's biocompatibility and functional versatility.

Physics ranks third, underscoring the importance of fundamental studies on phase transitions, domain dynamics, and lattice behavior in understanding BaTiO₃'s intrinsic properties. The

relatively lower representation of Computer Science and Chemistry suggests emerging but still limited engagement from these fields. In Computer Science, the contributions likely stem from the application of machine learning and materials informatics in predicting or optimizing BaTiO₃ properties. In Chemistry, recent interest may be associated with novel synthesis routes, doping strategies, and chemical modifications aimed at tuning the material's performance. Overall, this figure emphasizes the interdisciplinary nature of BaTiO₃ research, with a strong foundation in materials and physical sciences and increasing relevance in biomedical and computational domains. The distribution also reflects broader trends in materials research, where traditional experimental approaches are increasingly complemented by data-driven and application-oriented studies.

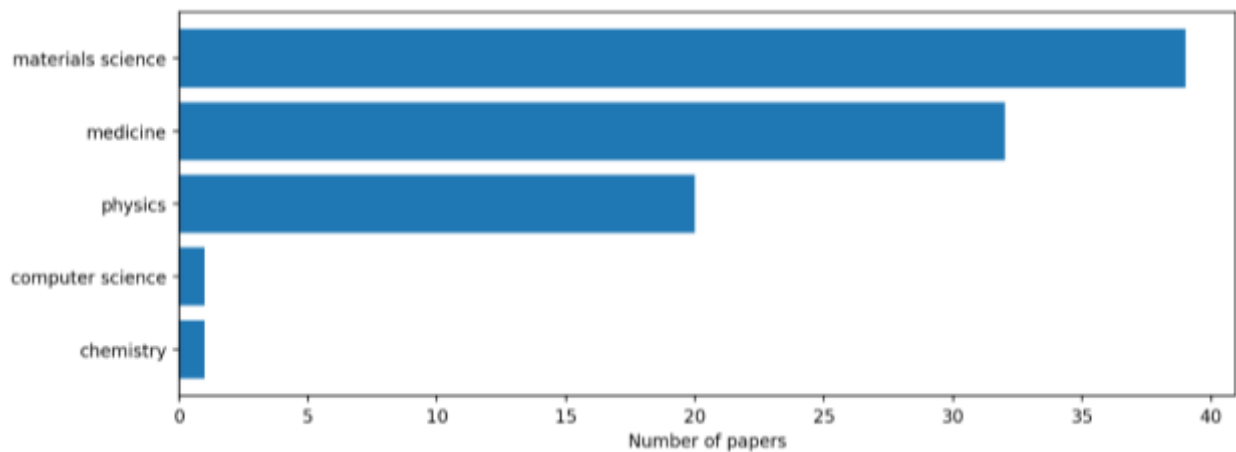


Fig. 9. Top five fields by number of BaTiO₃-related publications.

Fig. 10 presents a temporal analysis of BaTiO₃-related publications across the five most prominent scientific disciplines—Materials Science, Medicine, Physics, Computer Science, and Chemistry—spanning the years 2005 to 2025. Each field is represented by a distinct color in a stacked bar chart format, allowing for a comparative view of disciplinary contributions over time.

The data reveal a clear upward trend in the total number of publications, with a notable peak around 2020. Materials Science consistently dominates the publication landscape throughout the two-decade period, underscoring BaTiO₃'s foundational role in the development and application of functional oxide materials. This is expected given BaTiO₃'s well-established ferroelectric, piezoelectric, and dielectric properties, which are central to materials research.

Medicine and Physics show increasing engagement with BaTiO₃ research, particularly after 2010. The rise in medical publications may reflect growing interest in BaTiO₃'s potential for biomedical applications, such as biosensors, drug delivery systems, and bio-compatible

piezoelectric devices. The contribution from Physics aligns with fundamental investigations into phase transitions, domain dynamics, and lattice behavior, which are critical to understanding and optimizing BaTiO_3 's functional properties.

Computer Science appears intermittently with relatively low publication counts, suggesting emerging but limited integration of computational methods, such as machine learning and materials informatics, in BaTiO_3 research. Chemistry contributes minimally and only in recent years, possibly linked to synthesis innovations or chemical doping strategies aimed at tuning BaTiO_3 's properties.

Overall, the figure highlights the interdisciplinary expansion of BaTiO_3 research. While Materials Science remains the dominant field, the increasing involvement of Medicine and Physics indicates a broadening scope of applications and scientific inquiry. This trend reflects the evolving research landscape, where BaTiO_3 serves as a versatile platform for both fundamental studies and applied technologies across multiple domains.

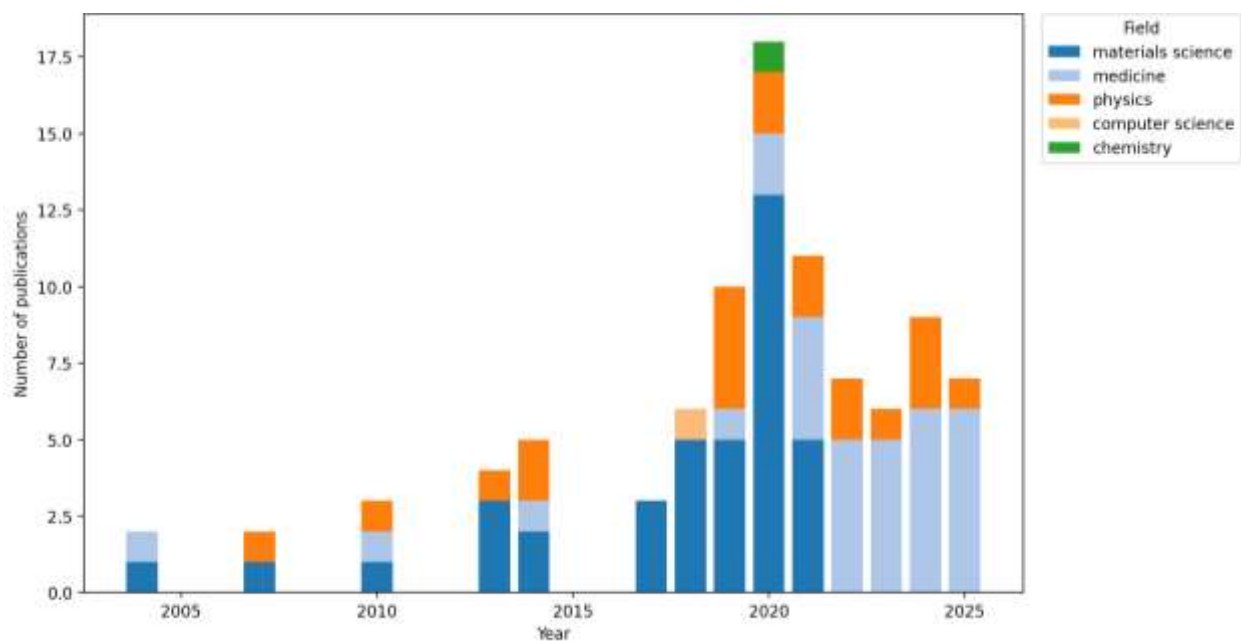


Fig. 10. Annual publication trends in BaTiO_3 research across the top five scientific fields. The word cloud generated from BaTiO_3 -related literature abstracts offers a concise yet insightful visualization of the dominant research themes surrounding this perovskite oxide (See Fig. 11). Prominent terms such as ferroelectric, ceramics, dielectric, and perovskite underscore the material's central role in functional oxide research, particularly in the context of its high dielectric constant and spontaneous polarization properties. The appearance of tetragonal and phase transition reflects the significance of BaTiO_3 's temperature-dependent structural transformations, which are critical to its ferroelectric and piezoelectric behavior. Additionally, terms like thin films, crystal structure, and piezoelectricity highlight the material's widespread

Author Impact and Collaboration Patterns

At the top of the chart, S. Bianco stands out with an h-index exceeding 110, indicating a substantial volume of highly cited publications. Jingfeng Li and O. Voznyy follow closely, each with h-indices near or above 95, suggesting their work has had a significant impact across multiple domains. Researchers such as T. Chen, N. Marzari, and J. Rödel occupy the mid-range, with h-indices between 80 and 90, reflecting consistent scholarly output and foundational contributions to the field.

16

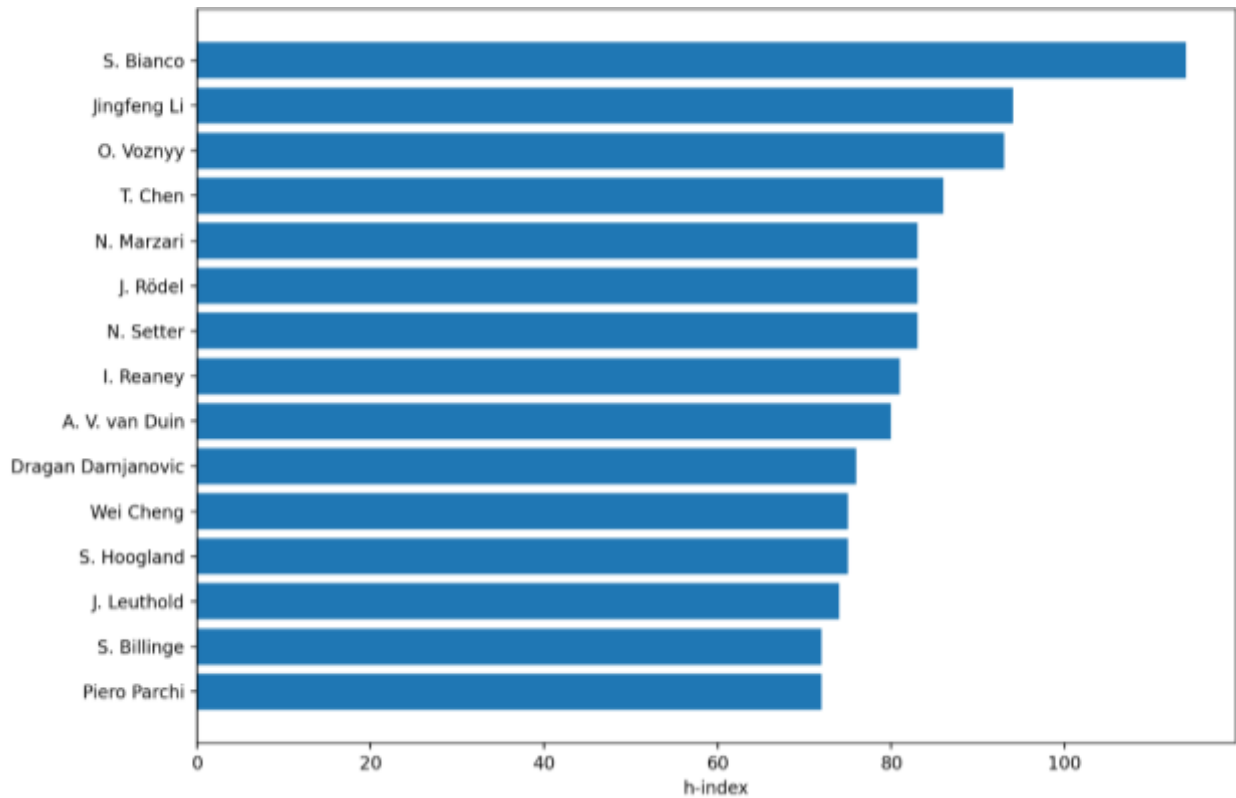


Fig. 12. Top 15 authors in BaTiO₃ research ranked by h-index.

Fig. 13 demonstrates a clear upward trend in the average number of authors per publication in BaTiO₃ (Pm-3m) research from 1986 to 2025. This steady increase is captured by a linear regression model with a slope of 0.13 authors per year, indicating that collaborative efforts have grown consistently over time. The high coefficient of determination ($R^2 = 0.731$) and the statistically significant p-value (1.22×10^{-5}) confirm the robustness of this trend. The compound annual growth rate (CAGR) of 2.6% further emphasizes the accelerating pace of collaboration. This pattern reflects the increasing complexity and interdisciplinary nature of BaTiO₃ research, which often requires expertise from multiple domains such as materials science, physics, and biomedical engineering. The rise in co-authorship also aligns with broader trends in scientific publishing, where teamwork and cross-institutional partnerships are becoming more prevalent in addressing complex research challenges.

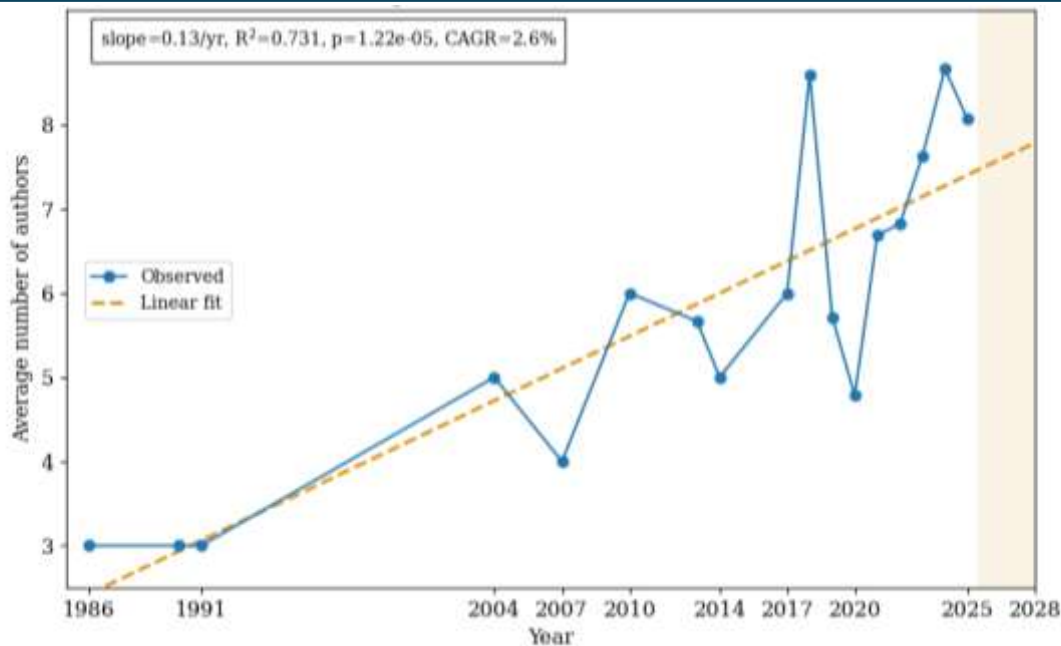


Fig. 13. Average number of authors per BaTiO₃ (Pm-3m) publication (1986–2025), showing a steady rise (slope = 0.13/year, $R^2 = 0.731$, $p = 1.22 \times 10^{-5}$, CAGR = 2.6%).

Fig. 14 presents the distribution of BaTiO₃ (Pm-3m)-related publications based on the number of contributing authors per paper. The x-axis denotes the number of authors, ranging from 1 to 16, while the y-axis indicates the corresponding number of papers.

The data reveal a clear peak at six authors, with approximately 24 publications, suggesting that mid-sized research teams are the most common in this domain. Additional local maxima are observed at four, five, and nine authors, each contributing between 10 and 15 papers. This pattern indicates a preference for collaborative efforts involving small to moderately sized groups.

The distribution is right-skewed, with relatively few papers authored by a single researcher or by large teams exceeding ten contributors. This trend reflects the collaborative nature of contemporary materials science research, where interdisciplinary expertise and shared resources are often essential for addressing complex experimental and computational challenges.

Overall, the figure highlights the typical team structure in BaTiO₃ research, emphasizing the role of moderate collaboration in producing impactful scientific output. The prevalence of 3–10 author papers suggests a balance between specialization and manageability, which may contribute to efficient project execution and publication success.

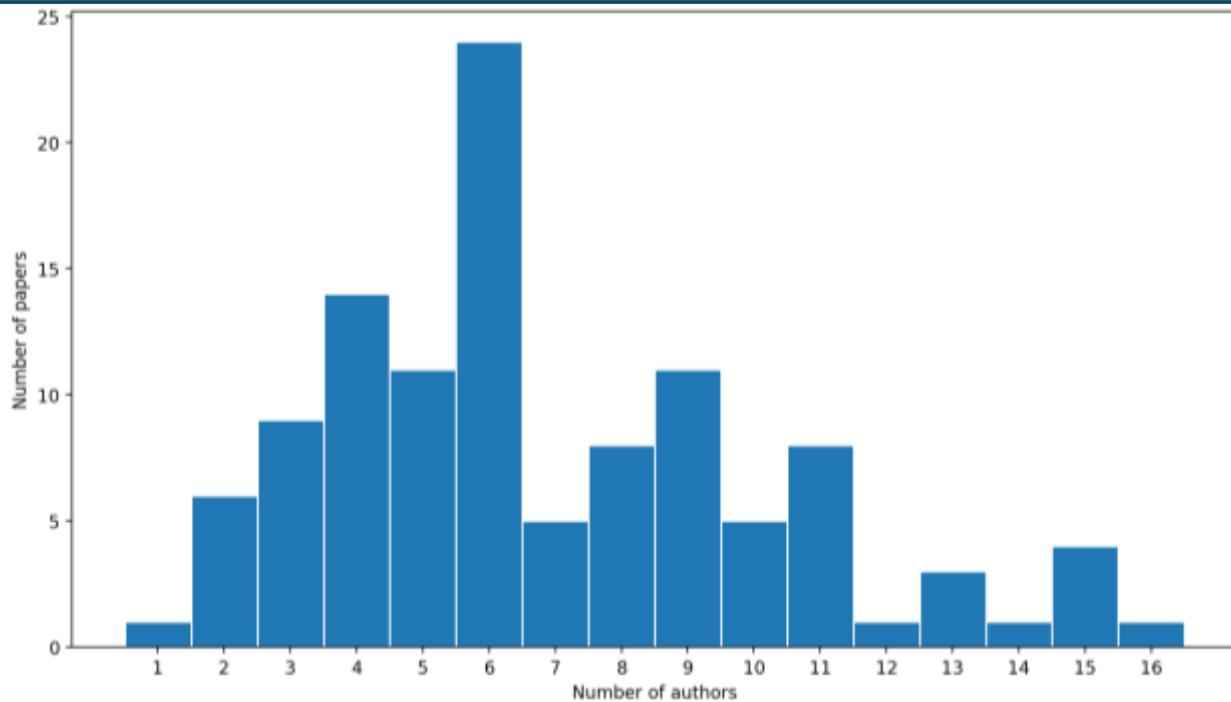


Fig. 14. Histogram showing the distribution of the number of authors per paper in BaTiO₃-related publications, with most papers authored by 3 to 10 researchers and a peak at 6 authors.

Fig. 15 presents a scatter plot illustrating the relationship between authors' total citation counts and their h-index values within the BaTiO₃ research corpus. The x-axis is plotted on a symmetric logarithmic (symlog) scale to accommodate the wide range of citation counts, while the y-axis represents the h-index, a widely accepted metric that captures both the productivity and impact of a researcher's publications.

The plot reveals a clear positive correlation between total citations and h-index, indicating that authors with higher citation counts tend to have higher h-indices. This trend is consistent with the mathematical definition of the h-index, which increases as both the number of publications and the number of citations per publication grow. However, the relationship is not strictly linear. At lower citation counts, increases in total citations result in relatively modest gains in h-index, while at higher citation levels, the h-index tends to rise more sharply. This nonlinearity reflects the cumulative nature of the h-index and the influence of highly cited publications in elevating an author's scholarly profile.

The use of a symlog scale is particularly important in this context, as it enables the visualization of both low- and high-citation authors without compressing the lower end of the distribution. This allows for a more comprehensive view of the author landscape, capturing early-career researchers with emerging citation records as well as established experts with substantial academic influence. The figure thus provides a valuable bibliometric snapshot of the BaTiO₃

research community, highlighting the diversity in author impact and the stratification of scholarly influence within the field.

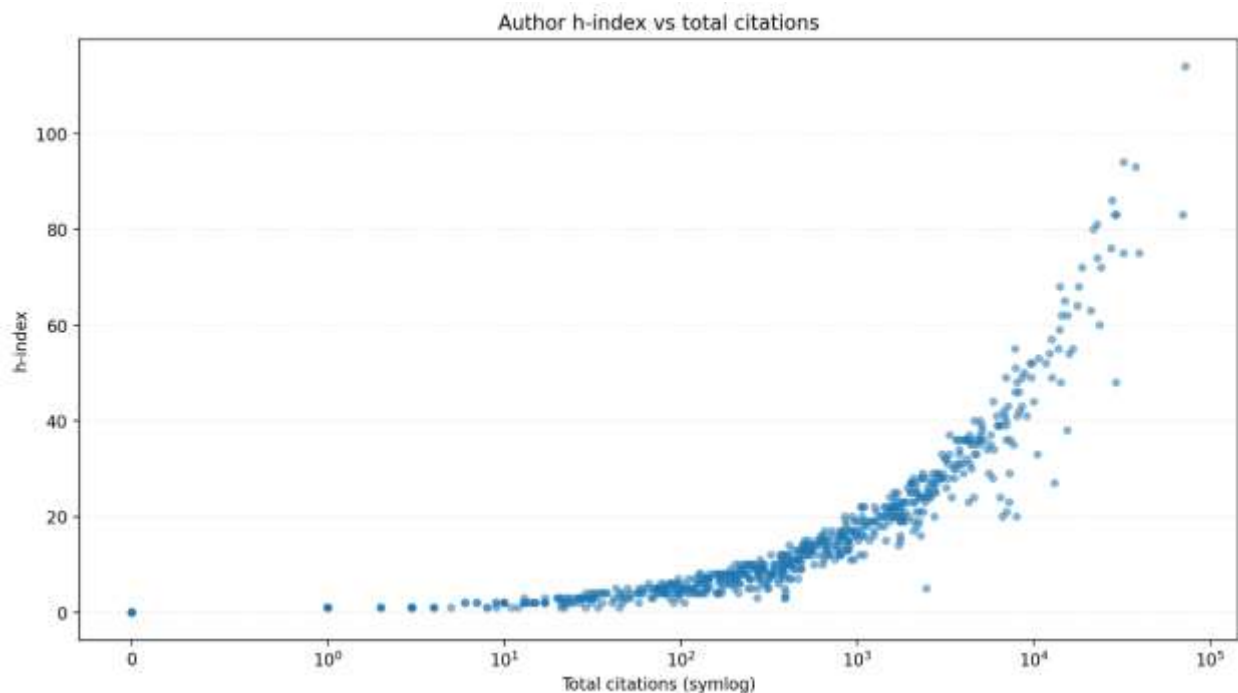


Fig. 15. Scatter plot showing the positive correlation between authors' h-index and total citations on a symlog scale.

Fig. 16 illustrates the distribution of h-index values among authors contributing to the BaTiO₃-related literature. The h-index, a widely used bibliometric indicator, reflects both the productivity and citation impact of a researcher's publications. In this context, the figure provides insight into the scholarly influence of the research community working on BaTiO₃.

The distribution is heavily right-skewed, with a significant concentration of authors possessing low h-index values. This trend indicates that a large proportion of contributors to the BaTiO₃ literature have relatively modest citation records, which is consistent with the broader pattern observed in scientific communities where a small number of researchers tend to accumulate a disproportionately high number of citations. As the h-index increases, the number of authors decreases sharply, highlighting the presence of a few highly influential researchers in the field. This distribution not only reflects the diversity of experience and impact among researchers but also underscores the collaborative and interdisciplinary nature of BaTiO₃ research. The presence of both early-career scientists and established experts suggests a dynamic and evolving research landscape, with opportunities for new contributions and continued advancement in the study of ferroelectric and dielectric materials.

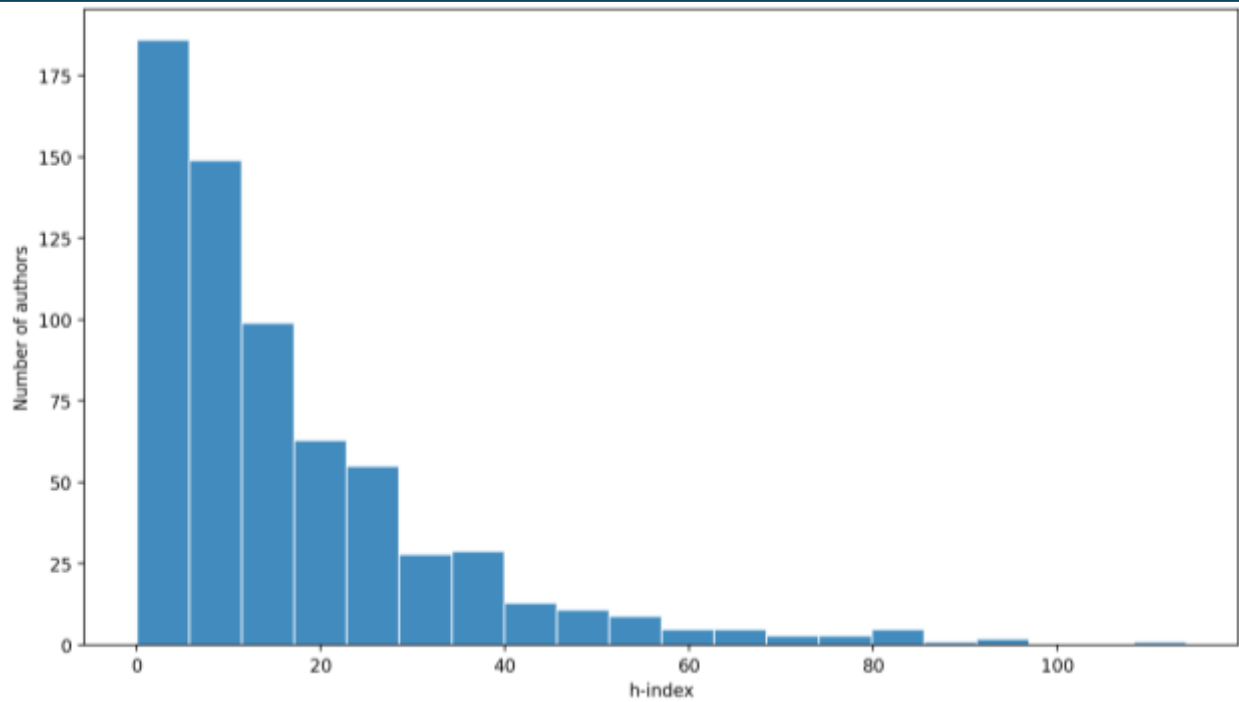


Fig. 16. Histogram showing the distribution of author h-index values, indicating that the majority of authors in the dataset have low h-indices, with a steep decline in frequency as h-index increases.

Fig. 17 shows an analysis about the high h-indexed author within the BaTiO₃ (Pm-3m) research domain. Each data point represents an individual researcher, with the x-axis indicating the h-index and the y-axis showing total citation counts on a symmetric logarithmic scale. Bubble size corresponds to the number of publications, allowing for a multidimensional assessment of productivity, influence, and consistency. The plot reveals a clear positive correlation between h-index and citation count, suggesting that authors with more citations tend to have higher h-indices. Notably, S. Bianco emerges as a leading figure, with both high citation volume and h-index, indicating sustained scholarly influence. Other prominent contributors include N. Marzari, O. Voznyy, Jingfeng Li, and T. Chen, each demonstrating varying balances between publication count and citation impact. The distribution highlights the collaborative nature of BaTiO₃ research, where mid-sized teams and interdisciplinary efforts are common. Overall, the visualization underscores the stratification of scholarly influence in the field and reflects the dynamic evolution of BaTiO₃ as an important topic in materials science and related disciplines.

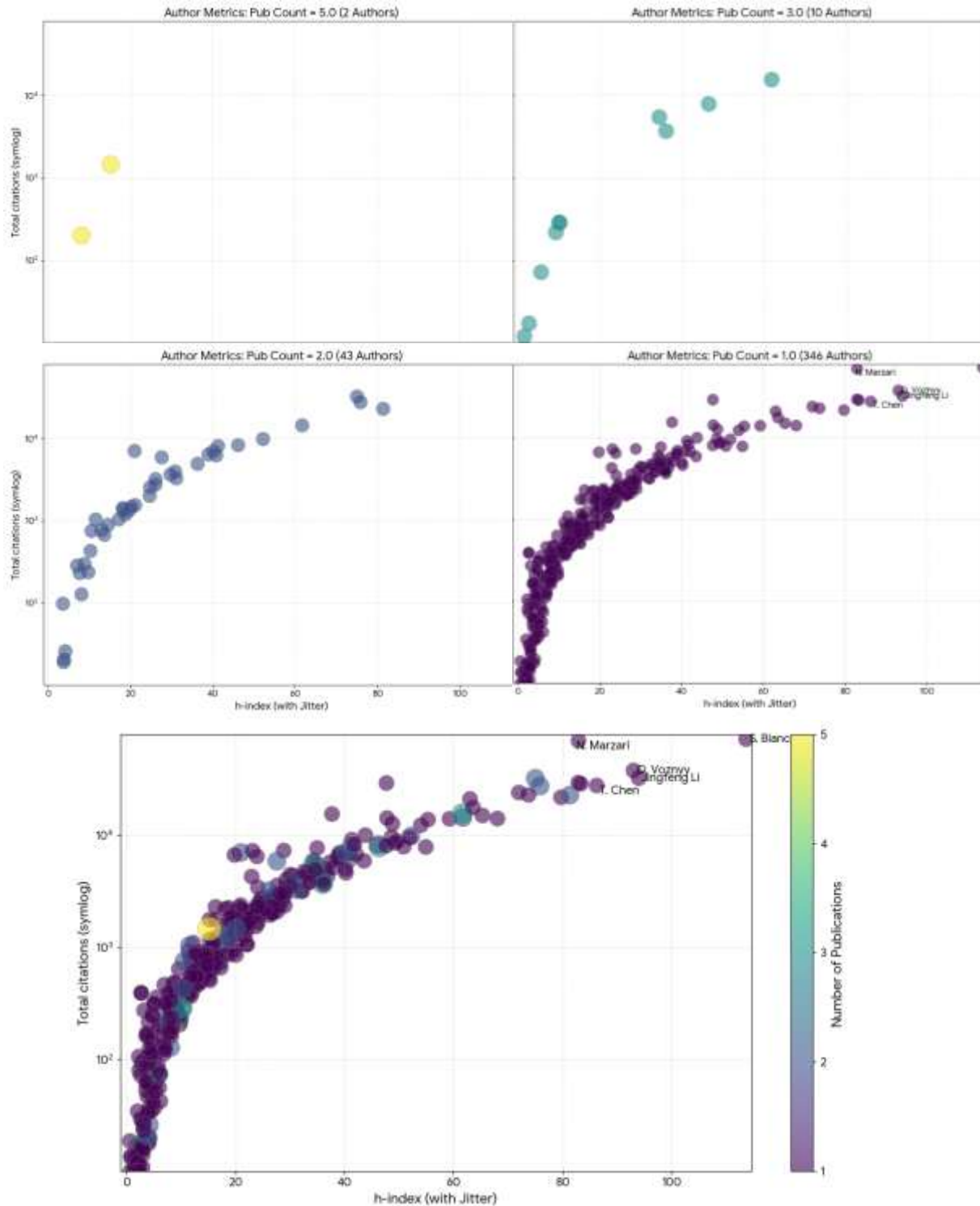


Fig. 17. Scatter plot showing the relationship between authors' total citation counts and h-index values in BaTiO₃ (Pm-3m) research.

CONCLUSION

This study presents a comprehensive bibliometric analysis of BaTiO₃ research in its cubic perovskite phase (space group Pm-3m), highlighting its evolving role in contemporary scientific literature. By leveraging structured metadata from the Semantic Scholar Graph API

and applying regression modeling, keyword tracking, and author-level metrics, the analysis reveals a significant increase in scholarly activity post-2015. This growth reflects BaTiO₃'s transition from a traditional ceramic material to a multifunctional platform with applications in medicine, physics, and computer science.

The observed trends in publication volume, citation dynamics, and thematic diversification underscore the material's interdisciplinary expansion and the increasing complexity of collaborative research networks. The framework established in this study offers a reproducible methodology for evaluating research trajectories in functional materials and can be adapted to other emerging compounds. Future work may extend this approach to explore comparative bibliometric landscapes across related perovskite systems and assess the influence of data-driven methods in accelerating materials discovery.

REFERENCES

- Ammar, W., Groeneveld, D., Bhagavatula, C., Beltagy, I., Crawford, M., Downey, D., ... & Lo, K. (2018). Construction of the Literature Graph in Semantic Scholar. *Proceedings of NAACL-HLT*, 84–91. <https://doi.org/10.18653/v1/N18-3011>
- Ćurčić, M., Hadžić, B., Gilić, M., Lazarević, Z., & Ilić, A. (2025). BaTiO₃ nanocarriers: Advancing targeted therapies with smart drug release. *Pharmaceutics*, 17(9), 1203. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics17091203>
- Fakhar-e-Alam, M., Saddique, S., Hossain, N., Shahzad, A., Ullah, I., Sohail, A., Khan, M. J. I., & Saadullah, M. (2023). Synthesis, characterization, and application of BaTiO₃ nanoparticles for anti-cancer activity. *Journal of Cluster Science*, 34, 1745–1755. <https://doi.org/10.1007/s10876-022-02346-y>
- Güldal, S., & Polat, Y. (2020). Edge and surface antiferromagnetism in ABO₃ perovskite-type nanoparticle within the effective field theory. *Philosophical Magazine*, 100(5), 642–657. <https://doi.org/10.1080/14786435.2019.1698781>
- Güldal, S. (2025, August). Methodological Approaches in SrTiO₃ Synthesis and Enhancement of Material Properties. Paper presented at the 4th International Gaziantep Scientific Research Congress, Gaziantep, Turkey.
- Jaffe, B., Cook, W. R., & Jaffe, H. (1971). *Piezoelectric ceramics*. Academic Press.
- Korkmaz, S., & Kariper, I. A. (2021). BaTiO₃-based nanogenerators: Fundamentals and current status. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 32, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10832-021-00266-3>
- Lines, M. E., & Glass, A. M. (1977). *Principles and applications of ferroelectrics and related materials*. Oxford University Press.
- Seo, Y.-S., & Ahn, J. (2013). First-principles investigations on polytypes of BaTiO₃: Hybrid calculations and pressure dependences. *Journal of the Korean Physical Society*, 62, 1629–1636. <https://doi.org/10.3938/jkps.62.1629>
- Sood, A., Desseigne, M., Dev, A., Maurizi, L., Kumar, A., Millot, N., & Han, S. S. (2023). A comprehensive review on barium titanate nanoparticles as a persuasive piezoelectric material for biomedical applications: Prospects and challenges. *HAL Archives*. <https://hal.science/hal-03921672/document>
- Su, J., & Zhang, J. (2019). Recent development on modification of synthesized barium titanate (BaTiO₃) and polymer/BaTiO₃ dielectric composites. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 30, 1957–1975. <https://doi.org/10.1007/s10854-018-0494-y>
- Wu, J. (2018). BaTiO₃-based piezoelectric materials. In *Advances in Lead-Free Piezoelectric Materials* (pp. 247–299). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8998-5_5

PHYSICALLY REALISTIC SYNTHETIC DATA GENERATION FOR CRYSTAL STRUCTURES USING THE METROPOLIS ALGORITHM

Serkan GÜLDAL

Adiyaman University, Faculty of Art and Science, Department of Physics, 02040, Adiyaman

ORCID: 0000-0002-4247-0786

ÖZET

Sentetik veri üretimi, deneysel veri setlerine ölçeklenebilir ve maliyet etkin alternatifler sunarak hesaplamalı malzeme bilimi alanında kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, FCC, BCC ve HCP kafesleri kullanarak fiziksel olarak anlamlı kristal yapılar üretmek için Metropolis algoritmasını kullanan bir simülasyon çerçevesi sunmaktadır. Atomik konfigürasyonlar rastgele bozulmakta ve Lennard-Jones, Coulomb ve Morse potansiyelleri aracılığıyla değerlendirilmekte; her biri farklı atomlar arası etkileşimleri temsil etmektedir. Metropolis kriteri, enerji değişimlerine göre konfigürasyonları filtreleyerek termodinamik tutarlılığı sağlar ve veri setinin kalitesini artırır. Ortaya çıkan sentetik veriler, istatistiksel çeşitlilik ve fiziksel gerçekçilik sergileyerek enerji tahmini, faz sınıflandırması ve yapısal optimizasyon gibi makine öğrenimi görevleri için uygun hale gelir. Bu yaklaşım, simülasyon tabanlı veri üretimi yoluyla malzeme keşfini hızlandırmaya katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sentetik veri üretimi, Metropolis algoritması, kristal yapı simülasyonu, fiziksel potansiyeller, makine öğrenimi

ABSTRACT

Synthetic data generation plays a pivotal role in computational materials science by offering scalable and cost-effective alternatives to experimental datasets. This study presents a simulation framework that employs the Metropolis algorithm to generate physically meaningful crystal structures using FCC, BCC, and HCP lattices. Atomic configurations are perturbed and evaluated through Lennard-Jones, Coulomb, and Morse potentials, each capturing distinct interatomic interactions. The Metropolis criterion filters configurations based on energy changes, ensuring thermodynamic consistency and enhancing dataset quality. The resulting synthetic data exhibits statistical diversity and physical realism, making it suitable for machine learning tasks such as energy prediction, phase classification, and structural optimization. This approach contributes to accelerating materials discovery through simulation-driven data generation.

Keywords: Synthetic data generation, Metropolis algorithm, crystal structure simulation, physical potentials, machine learning

1. INTRODUCTION

Synthetic data generation has become a cornerstone in computational materials science, offering scalable and cost-effective alternatives to experimental data collection. As the demand for high-quality datasets grows—particularly for training machine learning models—simulation-based approaches have gained prominence for their ability to produce physically meaningful and statistically diverse data (Li et al., 2025; Zhu, Borodin, & Jivkov, 2024; Guo et al., 2025; Venugopal, Tran, & Endres, 2022).

Among these approaches, the Metropolis algorithm, a foundational method in Markov Chain Monte Carlo (MCMC) simulations, enables efficient sampling of configuration space by probabilistically accepting or rejecting atomic structures based on energy changes (Metropolis et al., 1953). This filtering mechanism ensures thermodynamic consistency and enhances the realism of synthetic datasets, making it especially valuable for modeling crystal structures (Tucker, Dove, & Keen, 2001; Kang et al., 2025; Lee, 2025).

To simulate interatomic interactions, this study employs three widely used potential models: Lennard-Jones, Coulomb, and Morse. Each potential captures distinct physical phenomena—van der Waals forces, electrostatic interactions, and covalent bonding, respectively—and contributes unique characteristics to the energy landscape of simulated configurations (Jacobson & Thompson, 2022; Jackson, 1999; Morse, 1929). Recent reviews have emphasized the limitations and strengths of these models, particularly in their ability to represent metallic bonding, defect energetics, and molecular dynamics (Müser, Sukhomlinova, & Pastewka, 2022; Eyert, Wormald, Curtin, & Wimmer, 2023; Pan, Li, Lew Yan Voon, & Wei, 2024).

The integration of synthetic data into machine learning workflows has shown promising results in overcoming data scarcity and enhancing predictive performance in materials informatics (Guo et al., 2025; Huang, Guo, Chen, & Nie, 2023; Mueller, Kusne, & Ramprasad, 2016; Butler, Oviedo, & Canepa, 2022). Frameworks such as MatWheel and MatterGen demonstrate how generative models, when combined with physical simulation, can accelerate the discovery of novel materials by producing high-quality, property-specific datasets (Li et al., 2025; Zeni et al., 2025; Ward et al., 2018). In parallel, domain-specific approaches to synthetic data generation—such as those applied to imbalanced datasets in machine learning—have also contributed valuable methodologies. For example, Gümüş and Güldal (2022) proposed a novel technique for generating synthetic samples using the Heinz mean, while Güldal (2023) provided a broader framework for handling imbalanced data using synthetic generation strategies, highlighting the cross-disciplinary relevance of these methods.

This work builds upon these developments by applying the Metropolis algorithm to perturbed crystal lattices—FCC, BCC, and HCP—evaluated using the aforementioned potentials. The goal is to produce synthetic datasets that are not only computationally efficient but also physically meaningful, thereby supporting downstream tasks such as energy prediction, phase classification, and structural optimization. Furthermore, the study contributes to the broader effort of integrating simulation-based synthetic data generation with machine learning, offering a pathway toward more robust and interpretable models in materials science.

2. MATERIALS AND METHOD

To generate physically plausible crystal configurations, we defined a set of input parameters that govern the structural and energetic behavior of atomic systems. The simulations were performed on face-centered cubic (FCC), body-centered cubic (BCC), and hexagonal close-packed (HCP) lattices, each constructed with $3 \times 3 \times 3$ unit cells. Atomic positions within these lattices were randomly perturbed within a range of ± 0.02 units to introduce configurational diversity. The interaction energies of the perturbed structures were evaluated using three distinct potential models—Morse, Coulomb, and Lennard-Jones—each chosen for its relevance to specific types of atomic interactions. These energy values served as the basis for configuration filtering via the Metropolis algorithm, which was applied at a fixed temperature of $T = 5.0$ to ensure thermodynamic consistency and statistical validity in the accepted dataset. The Morse potential is used to model covalent bonding and vibrational behavior of molecules. (Morse, P) It provides a more realistic description of bond formation and dissociation compared to harmonic potentials. Its advantage is its ability to simulate bond stretching and breaking processes in molecular dynamics (See Figure 1).

Mathematical Expression: $V(r) = D_e [1 - e^{\{-a(r - r_e)\}}]^2$

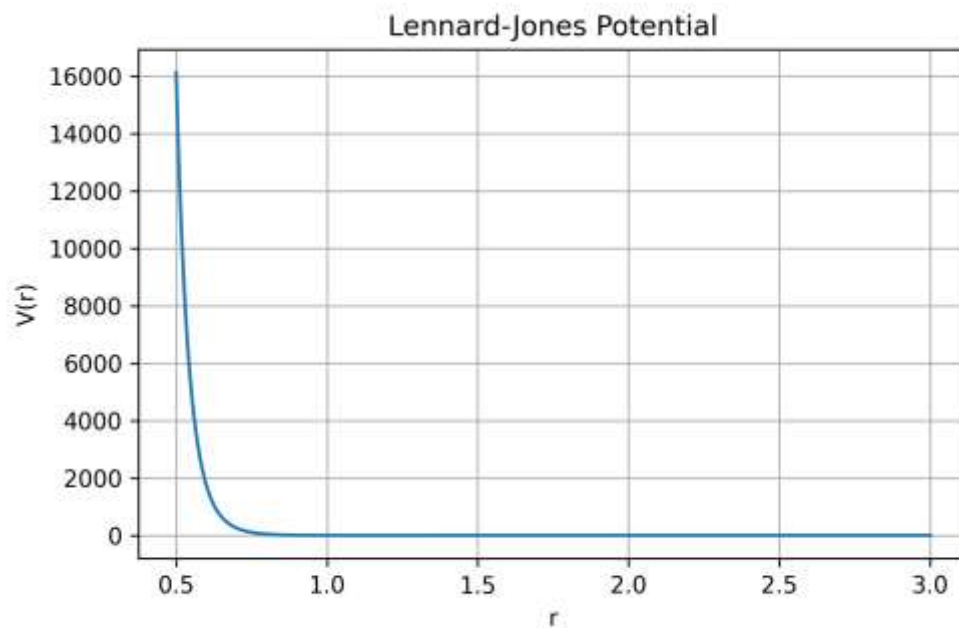


Fig. 1. The Lennard-Jones potential curve illustrates the interaction between neutral atoms as a function of interatomic distance. The steep rise at short distances represents strong repulsive forces, while the minimum indicates the equilibrium separation where attractive van der Waals forces dominate. Beyond this point, the potential asymptotically approaches zero, signifying negligible interaction at large separations.

The Coulomb potential describes electrostatic interactions between charged particles. (Jackson, J) It is inversely proportional to the distance between charges and is long-ranged. This potential is essential for modeling ionic crystals and systems with charged species. Its advantage is its physical accuracy in representing charge-based interactions (See Figure 2).

Mathematical Expression: $V(r) = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) * \left(\frac{q_1 q_2}{r} \right)$

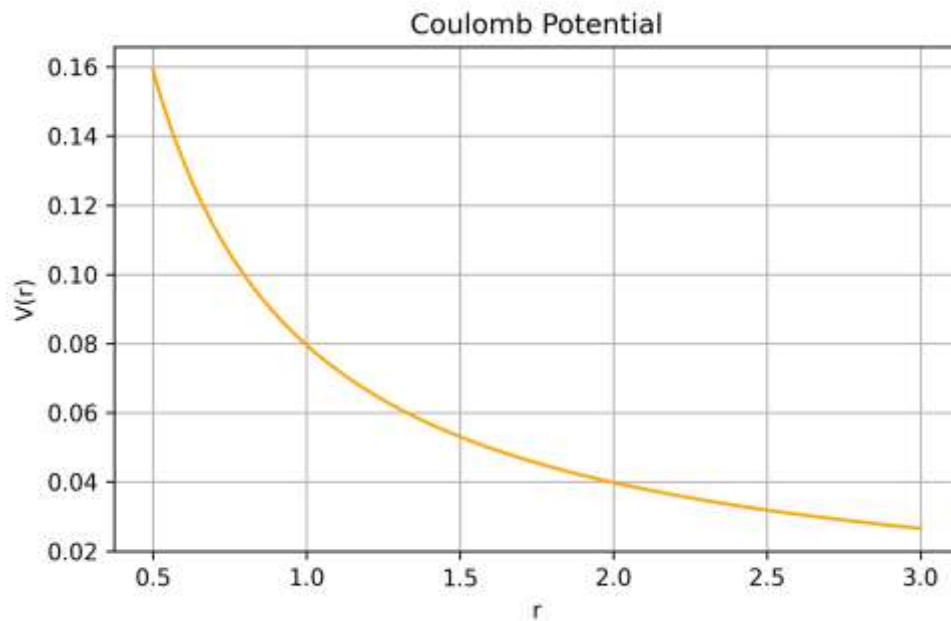


Fig. 2. The Coulomb potential models electrostatic interactions between charged particles. It follows an inverse relationship with distance, showing strong repulsion or attraction depending on the sign of the charges. The curve is long-ranged and does not exhibit a minimum for like-charged particles.

The Lennard-Jones potential models van der Waals interactions between neutral atoms. (Jones, J) It consists of a short-range repulsive term (r^{-12}) and a longer-range attractive term (r^{-6}). This potential is widely used for simulating noble gases and simple molecular systems. Its advantage lies in its simplicity and ability to capture essential features of atomic interactions (See Figure 3).

$$\text{Mathematical Expression: } V(r) = 4\epsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$$

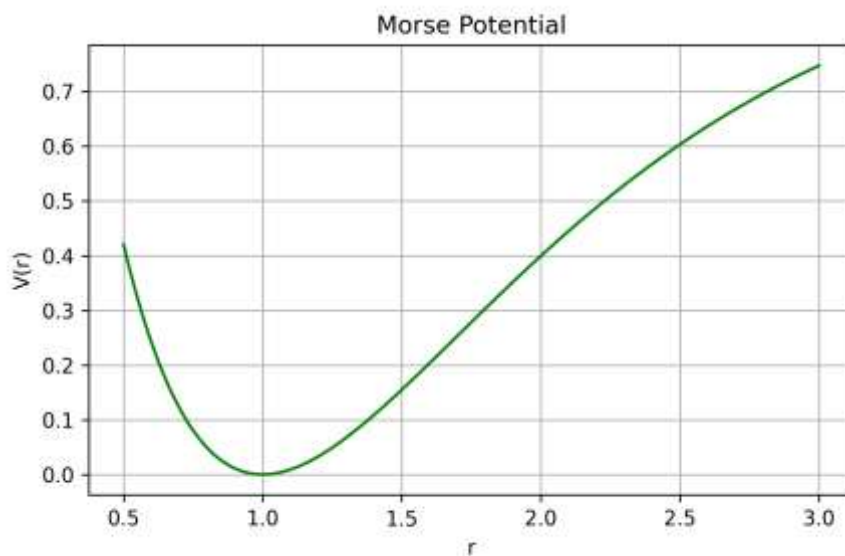


Fig. 3. Morse potential curve illustrating the variation of potential energy with interatomic distance. The well-defined minimum represents the equilibrium bond length, enabling realistic modeling of bond stretching and dissociation in molecular systems.

In this study, we considered crystal structures using FCC, BCC, and HCP lattices with $3 \times 3 \times 3$ unit cells. Atomic positions are perturbed within ± 0.02 units. Energies are computed using Lennard-Jones, Coulomb, and Morse potentials. The Metropolis algorithm filters configurations based on energy changes at a fixed temperature $T = 5.0$.

2. 1 Metropolis Algorithm

The Metropolis algorithm is a Markov Chain Monte Carlo (MCMC) method used to sample configurations based on their energy. (Metropolis, N) Given a proposed configuration with energy difference ΔE , the acceptance probability is defined as:

$$P = \min\left(1, \exp\left(-\frac{\Delta E}{k_B T}\right)\right)$$

This criterion ensures that lower-energy configurations are favored, while higher-energy ones are accepted probabilistically. The following pseudocode describes the acceptance/rejection process for energy-based structure sampling using the Metropolis algorithm:

Input:

- Lattice type $L \in \{\text{FCC}, \text{BCC}, \text{HCP}\}$
- Temperature T
- Perturbation magnitude ε
- Potential type $V \in \{\text{Lennard-Jones}, \text{Coulomb}, \text{Morse}\}$
- Number of steps N

Output:

- Set of accepted configurations A

Procedure:

1. Initialize crystal structure S_0 based on lattice type L
2. Set $A \leftarrow \{S_0\}$
3. Compute initial energy $E_0 \leftarrow \text{Energy}(S_0, V)$
4. For $i = 1$ to N do:
 - a. Generate perturbed structure $S' \leftarrow \text{Perturb}(S_0, \varepsilon)$
 - b. Compute energy $E' \leftarrow \text{Energy}(S', V)$
 - c. Compute $\Delta E \leftarrow E' - E_0$
 - d. Compute acceptance probability:

$$P \leftarrow \min(1, \exp(-\Delta E / kT))$$

- e. Generate random number $r \in [0, 1]$
 - f. If $\Delta E \leq 0$ or $r < P$ then:
 - i. Accept S'
 - ii. Append S' to A
 - iii. Set $S_0 \leftarrow S'$ and $E_0 \leftarrow E'$
 - g. Else:
 - i. Reject S'
5. Export A in desired format (CSV, JSON, visualization)
6. End

The simulation process for synthetic crystal structure generation is outlined in Figure 4, which integrates lattice selection, atomic perturbation, energy evaluation, and probabilistic filtering via the Metropolis algorithm. The workflow begins with the selection of a crystal lattice type—FCC, BCC, or HCP—followed by the definition of input parameters such as temperature, perturbation magnitude, and lattice dimensions. An initial structure is generated and subjected to random atomic displacements to simulate configurational variability. The energy of the perturbed structure is then computed using one of three interaction models: Lennard-Jones, Coulomb, or Morse potentials. The change in energy (ΔE) is evaluated, and the Metropolis criterion $P = \min\left(1, \exp\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right)\right)$ is applied to determine whether the new configuration should be accepted. Accepted structures are stored for further analysis, while rejected ones are discarded. The simulation concludes with the export of results in formats suitable for downstream tasks such as machine learning or visualization. This structured approach ensures that the generated configurations are both statistically diverse and physically plausible.

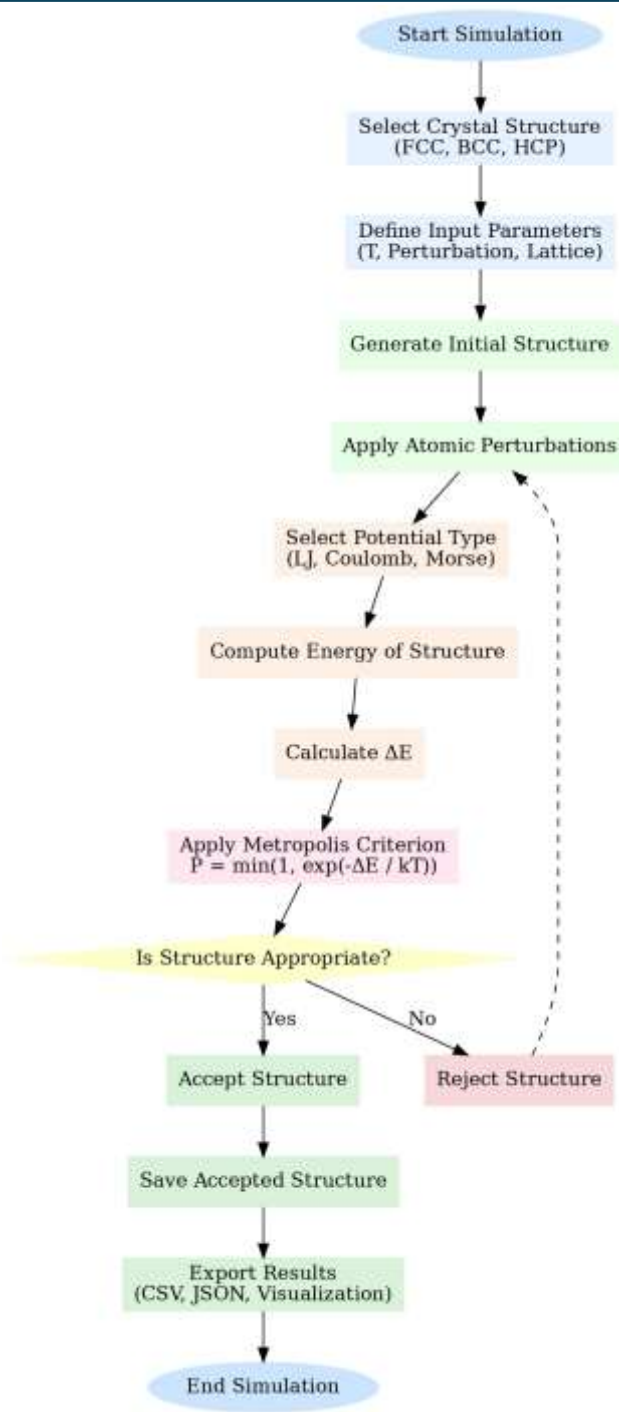


Fig. 4. Workflow for crystal structure generation by using the Metropolis algorithm.
The process includes lattice selection, atomic perturbation, energy evaluation via physical potentials, and probabilistic filtering based on energy changes.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The energy distributions obtained from Lennard-Jones, Coulomb, and Morse potentials provide critical insights into the nature of atomic interactions and the structural stability of the generated configurations.

The Lennard-Jones (LJ) potential histogram exhibits a unimodal distribution centered around a negative energy value with a relatively narrow spread. This indicates that most accepted configurations are energetically favorable and structurally stable. The negative central tendency reflects the dominance of attractive van der Waals interactions at equilibrium distances, while the narrow spread suggests that the Metropolis algorithm effectively filters out high-energy, unphysical configurations.

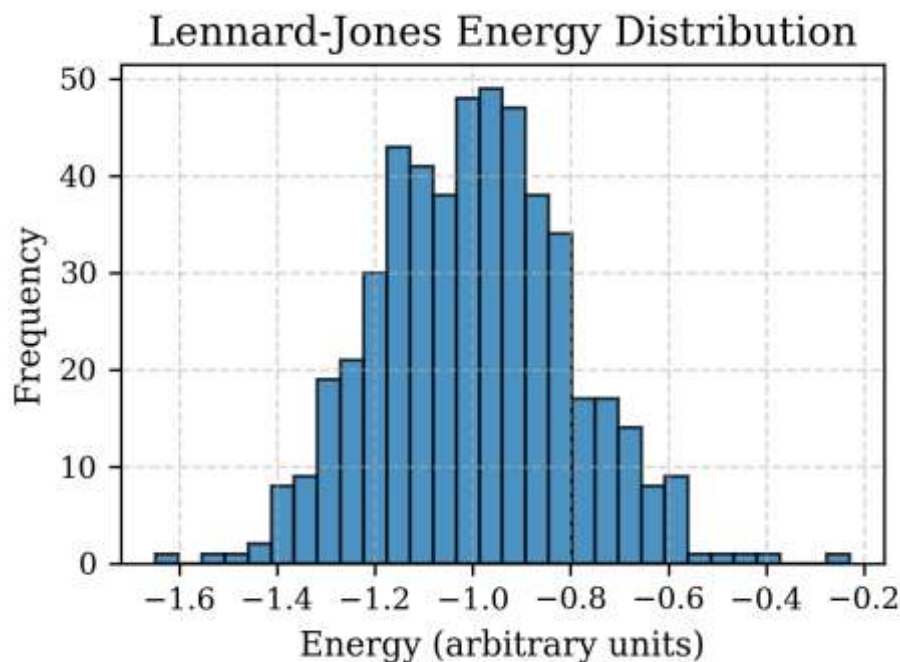


Fig. 5. Lennard-Jones energy distribution

In contrast, the Coulomb potential histogram shows a broader distribution with a positive mean energy. This is expected due to the long-range nature of electrostatic interactions, especially in systems with like-charged particles. The wider spread implies a greater variability in interaction strengths, and the positive energy values suggest that many configurations are less stable or energetically unfavorable under purely Coulombic interactions.

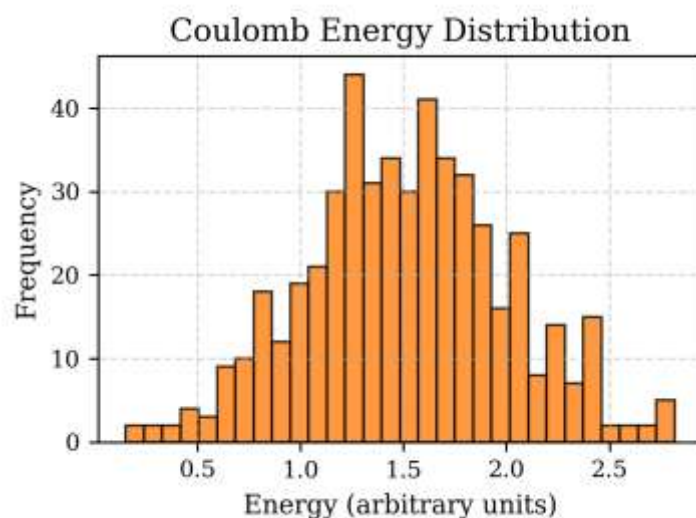


Fig. 6. Coulomb energy distribution

The Morse potential histogram reveals a narrow and symmetric distribution centered at a low energy value. This behavior is characteristic of systems where bonding interactions dominate, as the Morse potential accurately captures the anharmonicity of real chemical bonds. The tight clustering of energy values around the minimum indicates that the Metropolis algorithm preferentially selects configurations near the equilibrium bond length, enhancing the physical realism of the generated data.

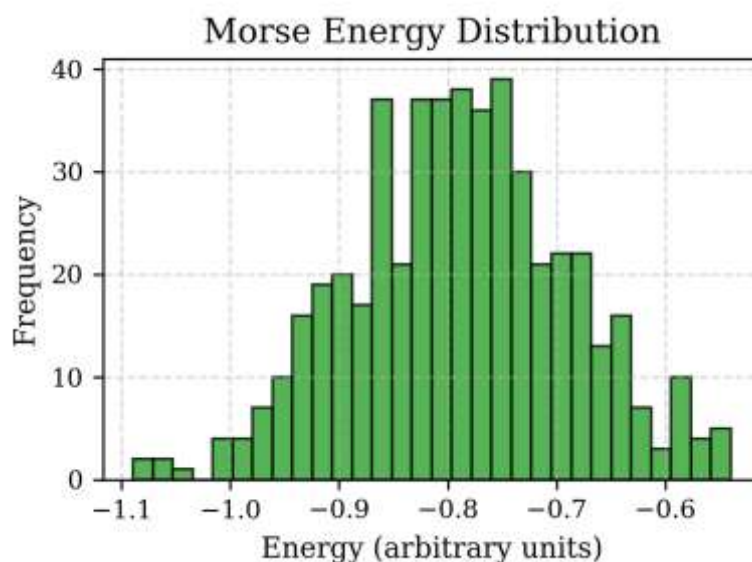


Fig. 7. Morse energy distribution

Overall, the shape, spread, and central tendency of each energy distribution reflect the underlying physics of the respective potentials. The Metropolis algorithm acts as a statistical filter, favoring configurations that are thermodynamically plausible, thereby improving the quality and interpretability of the synthetic dataset for downstream applications such as machine learning and materials discovery.

Figure 8 presents a comparative visualization of the energy distributions obtained from the three potentials, namely Lennard-Jones, Coulomb, and Morse potentials. The Lennard-Jones histogram shows a narrow peak around a negative energy value, indicating stable configurations. The Coulomb histogram is broader with a positive mean, reflecting the variability and repulsion in charged systems. The Morse histogram is symmetric and centered at low energy, capturing realistic bonding behavior. This comparison highlights how different potentials influence the stability and physical realism of synthetic configurations.

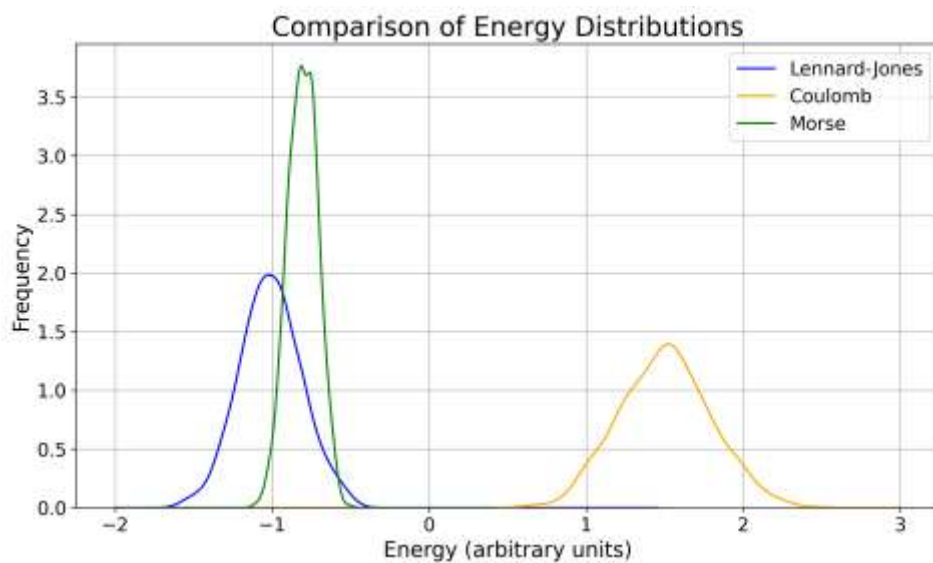


Fig. 8. Comparative Energy Histograms for Lennard-Jones, Coulomb, and Morse Potentials

Figure 9 presents a comparative analysis of the mean energy values associated with three fundamental interaction potentials: Lennard-Jones, Coulomb, and Morse. Each bar represents the average energy computed from simulated atomic configurations, while the error bars indicate the range of energy fluctuations observed within each potential. The Lennard-Jones and Morse potentials exhibit negative mean energies, reflecting attractive interactions and structural stability in neutral and covalently bonded systems, respectively. In contrast, the Coulomb potential shows a positive mean energy, characteristic of repulsive interactions in systems dominated by like-charged particles. This comparison highlights the distinct physical behaviors modeled by each potential and their implications for energy-based filtering in synthetic data generation.

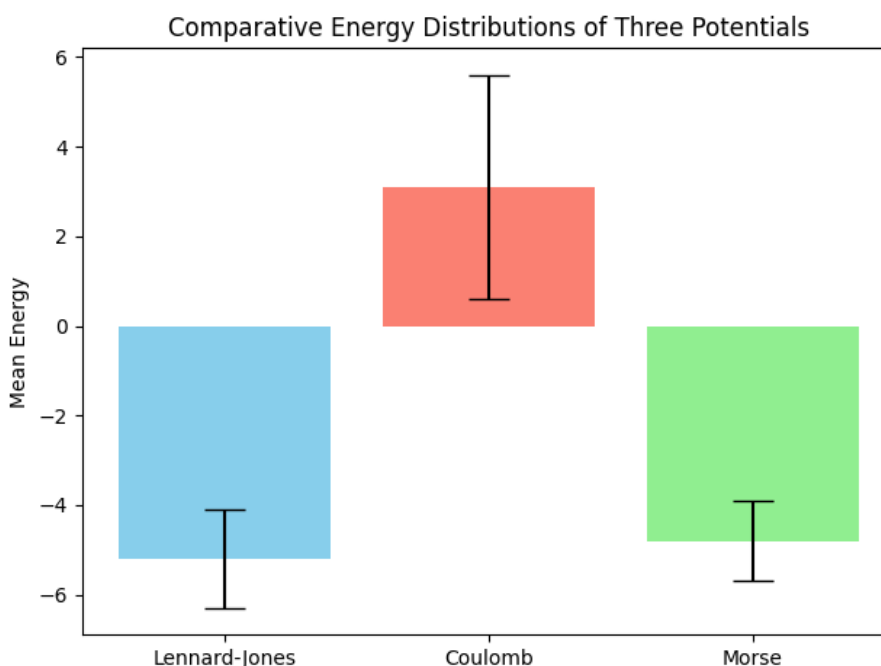


Fig. 9. Mean energy comparison of Lennard-Jones, Coulomb, and Morse potentials. Error bars indicate the range of energy fluctuations observed in simulated configurations.

The application of the Metropolis algorithm in filtering crystal configurations based on interaction energies has proven effective in generating synthetic datasets that are both physically meaningful and statistically robust. Each potential model—Lennard-Jones, Coulomb, and Morse—contributed distinct characteristics to the energy landscape of the simulated structures, reflecting the nature of the atomic interactions they represent.

The Lennard-Jones potential, with its narrow and unimodal energy distribution centered around a negative value, indicates that the algorithm successfully favored configurations where van der Waals forces dominate at equilibrium distances. This behavior is consistent with the short-range attractive and repulsive nature of neutral atom interactions, making the Lennard-Jones model particularly suitable for simulating noble gases and simple molecular systems.

In contrast, the Coulomb potential yielded a broader energy distribution with a positive mean, highlighting the variability and long-range nature of electrostatic interactions. The presence of like-charged particles in the simulated systems likely contributed to the higher energy configurations, which were still probabilistically accepted under the Metropolis criterion. This underscores the importance of charge distribution in determining structural stability and suggests that Coulomb-based simulations may require additional constraints or charge balancing for improved realism.

The Morse potential demonstrated a symmetric and tightly clustered energy distribution around a low-energy minimum, reflecting its ability to model covalent bonding with high fidelity. The algorithm's preference for configurations near the equilibrium bond length confirms the Morse potential's utility in capturing anharmonic vibrational behavior and realistic bond dynamics. This makes it particularly valuable for simulating molecular systems where bond stretching and dissociation are critical phenomena.

Overall, the comparative analysis of energy distributions and mean energy values across the three potentials reveals how the choice of interaction model influences the statistical and physical properties of the generated dataset. The Metropolis algorithm acts as a selective filter, enhancing the quality of synthetic data by favoring energetically favorable configurations while maintaining diversity through probabilistic acceptance. These findings support the integration of such filtered datasets into machine learning pipelines for tasks like energy prediction, phase classification, and structural optimization.

4. CONCLUSION

This study demonstrates the effectiveness of the Metropolis algorithm in generating synthetic crystal structure datasets that are both statistically diverse and physically meaningful. By integrating interaction models such as Lennard-Jones, Coulomb, and Morse potentials, the simulation framework captures a wide range of atomic behaviors, from van der Waals forces to electrostatic and covalent bonding interactions. The probabilistic filtering mechanism of the Metropolis algorithm ensures that energetically favorable configurations are preferentially selected, enhancing the realism and utility of the resulting data.

The generated datasets are well-suited for downstream applications in machine learning, including energy prediction, phase classification, and structural optimization. Moreover, the approach offers a scalable and computationally efficient alternative to experimental data collection, particularly in early-stage materials discovery.

Future research may focus on extending this framework to temperature-dependent simulations, incorporating hybrid or many-body potentials, and integrating active learning strategies to further refine the quality and relevance of synthetic data for predictive modeling in materials science.

REFERENCES

- Butler, K. T., Oviedo, F., & Canepa, P. (2022). Machine learning in materials science. ACS In Focus. <https://pubs.acs.org/doi/book/10.1021/acsinfocus.7e5033>
- Chan, W. K. (Ed.). (2013). Theory and applications of Monte Carlo simulations. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/45892>

- Della Pia, F., Shi, B. X., Kapil, V., et al. (2025). Accurate and efficient machine learning interatomic potentials for molecular crystals. *Chemical Science*, 16(25), 1325. <https://doi.org/10.1039/D5SC01325A>
- Eyert, V., Wormald, J., Curtin, W. A., & Wimmer, E. (2023). Machine-learned interatomic potentials: Recent developments and prospective applications. *Journal of Materials Research*, 38(12), 5079–5094. <https://doi.org/10.1557/s43578-023-01239-8>
- Goyal, M., & Mahmoud, Q. H. (2024). A systematic review of synthetic data generation techniques using generative AI. *Electronics*, 13(17), 3509. <https://doi.org/10.3390/electronics13173509>
- Guo, Y., Wang, Y., Zhang, W., Shen, Z., & Zeng, L. (2025). From algorithms to applications: A comprehensive review of machine learning in computational materials science. *Archives of Computational Methods in Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s11831-025-10342-4>
- Güldal, S. (2023). Unlocking imbalanced data: Techniques for effective machine learning. *Son Çağ Yayınları*
- Gümüş, İ. H., & Güldal, S. (2022). Balancing the Dataset by Generating New Synthetic Data Based on Heinz Mean in Medical Data. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(3), 570–576. <https://doi.org/10.35414/akufemubid.1011058>
- Huang, G., Guo, Y., Chen, Y., & Nie, Z. (2023). Application of machine learning in material synthesis and property prediction. *Materials*, 16(17), 5977. <https://doi.org/10.3390/ma16175977>
- Jackson, J. D. (1999). *Classical electrodynamics* (3rd ed.). Wiley.
- Jacobson, D. W., & Thompson, G. B. (2022). Revisiting Lennard-Jones, Morse, and N-M potentials for metals. *Computational Materials Science*, 205, 111206. <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2022.111206>
- Kang, K., Purcell, T. A. R., Carbogno, C., & Scheffler, M. (2025). Accelerating the training of machine-learned interatomic potentials through active learning. *Physical Review Materials*, 9(6), 063801. <https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.9.063801>
- Kang, K., et al. (2025). Active learning for machine-learned interatomic potentials. *Physical Review Materials*, 9, 063801. <https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.9.063801>
- Lee, S. (2025). Monte Carlo methods in crystallography. *NumberAnalytics*. <https://www.numberanalytics.com/blog/monte-carlo-methods-crystallography>
- Li, W., Chen, Y., Qiu, J., & Wang, X. (2025). MatWheel: Addressing data scarcity in materials science through synthetic data. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2504.09152>
- Li, Y., Zhang, X., & Shen, L. (2025). A critical review of machine learning interatomic potentials and Hamiltonians. *Journal of Materials Informatics*, 5(1), 43. <https://doi.org/10.20517/jmi.2025.17>
- Metropolis, N., Rosenbluth, A. W., Rosenbluth, M. N., Teller, A. H., & Teller, E. (1953). Equation of state calculations by fast computing machines. *Journal of Chemical Physics*, 21(6), 1087–1092. <https://doi.org/10.1063/1.1699114>
- Moscato, P., & Haque, M. N. (2024). New alternatives to the Lennard-Jones potential. *Scientific Reports*, 14, 60835. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60835-8>
- Morse, P. M. (1929). Diatomic molecules according to the wave mechanics. II. Vibrational levels. *Physical Review*, 34(1), 57–64. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.34.57>
- Mueller, T., Kusne, A. G., & Ramprasad, R. (2016). Machine learning in materials science: Recent progress and emerging applications. *Reviews in Computational Chemistry*, 29, 186–273.
- Müser, M. H., Sukhomlinova, S. V., & Pastewka, L. (2022). Interatomic potentials: Achievements and challenges. *Advances in Physics: X*, 7(1), 2093129. <https://doi.org/10.1080/23746149.2022.2093129>
- Pan, D., Li, J., Lew Yan Voon, L. C., & Wei, P. (2024). Determination of Lennard-Jones potential parameters for interfacial interaction in elemental layered crystals. *Journal of Applied Physics*, 135(20), 204301. <https://doi.org/10.1063/5.0213582>
- Tucker, M. G., Dove, M. T., & Keen, D. A. (2001). Application of the reverse Monte Carlo method to crystalline materials. *Journal of Applied Crystallography*, 34(5), 630–638. <https://doi.org/10.1107/S0021889801010052>
- Venugopal, A. M., Tran, T. aS., & Endres, M. (2022). Synthetic data generation: A comparative study. *IDEAS'22 Proceedings, ACM*. <https://doi.org/10.1145/3548785.3548793>



- Ward, L., Dunn, A., Faghaninia, A., et al. (2018). Matminer: An open source toolkit for materials data mining. *Computational Materials Science*, 152, 60–69.
<https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2018.05.018>
- Zeni, C., Pinsler, R., Zügner, D., et al. (2025). A generative model for inorganic materials design. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-01234-5>
- Zhu, S., Borodin, E., & Jivkov, A. P. (2024). Discrete modelling of continuous dynamic recrystallisation by modified Metropolis algorithm. *Computational Materials Science*, 234, 112804.
<https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2024.112804>

EVALUATION OF REACTION CROSS SECTIONS OF NEUTRON POISON Sm ISOTOPES WITH THERMAL, EPITHERMAL, AND RESONANCE NEUTRONS

Assoc. Prof. Nergiz YILDIZ YORGUN

Van Yuzuncu Yil University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Physics, 65080,
Van, Türkiye

ORCID ID: 000-0002-2515-1994

ABSTRACT

The safe and efficient operation of nuclear reactors strongly depends on the behavior of neutron-absorbing isotopes formed during fission, commonly known as “neutron poisons.” These isotopes reduce neutron flux and, consequently, reactor reactivity. Among them, samarium isotopes (particularly ^{149}Sm and ^{151}Sm) are highly significant due to their very high neutron capture cross sections, playing a crucial role in reactivity control, fuel burnup, and operational safety in thermal reactors. Accurate knowledge of their neutron interactions, especially in the thermal and resonance energy regions, is essential for reactor physics calculations and the reliability of nuclear data libraries. In this study, the total neutron (n_{total}) cross sections of ^{147}Sm , ^{149}Sm , ^{150}Sm , ^{151}Sm , and ^{152}Sm isotopes were calculated over a broad energy range, from meV to keV, covering thermal, epithermal, and resonance regions, using the PHITS (Particle and Heavy Ion Transport code System) simulation code. The Kurotama and Sato nuclear reaction models implemented in PHITS were employed for the calculations. The theoretical results were compared with the TENDL-2021 evaluated nuclear data library and available experimental data (EXFOR) via the JANIS database. The results demonstrate that the PHITS/Kurotama model successfully reproduces complex resonance profiles and shows excellent agreement with experimental measurements. These findings confirm that PHITS/Kurotama provides a reliable tool for generating accurate nuclear data for samarium isotopes, particularly in energy regions where experimental data are limited, and contribute to improving reactor modeling, safety assessments, and the development of high-fidelity nuclear data libraries.

Keywords: Samarium, neutron poison, neutron cross section, PHITS

TERMAL, EPİTERMAL VE REZONANS NÖTRONLARLA NÖTRON ZEHİRİ Sm İZOTOPLARININ REAKSİYON TESİR KESİTLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Nükleer reaktörlerin güvenli ve verimli işletimi, fisyon süreci sırasında oluşan ve “nötron zehri” olarak adlandırılan nötron soğurucu izotopların davranışına büyük ölçüde bağlıdır. Bu izotoplar, reaktör içindeki nötron akısını azaltarak reaktiviteyi düşürür. Özellikle ^{149}Sm ve ^{151}Sm olmak üzere, samaryum izotopları çok yüksek nötron yakalama tesir kesitleri nedeniyle termal reaktörlerde reaktivite kontrolü, yakıt yanması ve operasyonel güvenlik açısından kritik öneme sahiptir. Bu izotopların nötronlarla, özellikle termal ve rezonans enerji bölgelerinde etkileşimlerinin doğru bir şekilde bilinmesi, reaktör fiziği hesaplamaları ve nükleer veri kütüphanelerinin güvenilirliği açısından hayati önem taşır. Bu çalışmada, ^{147}Sm , ^{149}Sm , ^{150}Sm , ^{151}Sm ve ^{152}Sm izotoplarının toplam nötron (n_{total}) tesir kesitleri, meV’den keV seviyesine kadar geniş bir enerji aralığında, termal, epitermal ve rezonans bölgeleri kapsayacak şekilde PHITS (Particle and Heavy Ion Transport code System) simülasyon kodu kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda PHITS içerisinde bulunan Kurotama ve Sato nükleer reaksiyon modelleri tercih edilmiştir. Teorik sonuçlar, JANIS veritabanı aracılığıyla TENDL-2021 değerlendirilmiş nükleer veri kütüphanesi ve mevcut deneysel veriler (EXFOR) ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, PHITS/Kurotama modelinin karmaşık rezonans profillerini başarıyla yeniden ürettiğini ve deneysel verilerle yüksek uyum sağladığını göstermektedir. Bu bulgular, özellikle deneysel verilerin sınırlı olduğu enerji bölgelerinde samaryum izotopları için güvenilir nükleer veri üretme potansiyelini ortaya koymakta ve reaktör modellemesi, güvenlik değerlendirmeleri ile yüksek doğruluklu nükleer veri kütüphanelerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Samaryum, nötron zehri, nötron tesir kesiti, PHITS

FLOROJENİK TURN-OFF PROBU VE SCHIFF BAZI OLAN ((E)-2-((4-HİDROKSİBENZİLİDEN) AMİNO)-3,5-DİMETOKSİFENOL) (BEDİM) BİLEŞİĞİNİN MOLEKÜLER YERLEŞTİRME VE İLAÇ OLABİLME POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Müdahhara KARACA

Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Biology,
Karaman, Türkiye

ORCID ID: 0009-0006-2811-4773

Arş. Gör. Dr. Suzan ŞAHİN DOĞAN

Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Biology,
Karaman, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-1554-0080

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇİÇEK

Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Biology,
Karaman, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-7109-6500

Doç. Dr. Duygu AYDIN

Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Chemistry,
Karaman, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-0436-1869

Doç. Dr. Aytaç KOCABAŞ

Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Biology,
Karaman, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7622-1932

ÖZET

Günümüzde halk sağlığını tehdit eden ciddi ve küresel bir problem olan antibiyotik direnci bulaşıcı hastalıkların kontrolünü ve tedavisini güçleştirmektedir. Bakterilerin antibiyotiklere karşı evrimleşme ve direnç mekanizmaları sebebiyle ortaya çıkan bu durum geleneksel antibiyotiklerin etkinliğini de tehdit etmektedir. Bu çalışmada antibiyotik direnç mekanizmalarından ilaç atılım sistemlerinden biri olan AcrB proteini ile Schiff bazı ((E)-2-((4-hidroksibenziliden) amino)-3,5-dimetoksifenol) (BEDİM) bileşiğinin etkileşimi moleküler yerleştirme yöntemi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca BEDİM bileşiğinin ilaç olabilirliği Lipinksinin beş kuralı ve ADME (emilim, dağılım, metabolizma, atılım) ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, BEDİM bileşiğinin AcrB proteinin aktif bölgesine -5,75 kcal/mol ile en iyi bağlanmayı gerçekleştirdiğini ortaya koymuştur. İlaç benzerlik değerlendirmesinde, Lipinski kurallarının ikisini karşılayarak düşük oranda ilaç benzerliği göstermiştir. Ancak ADME analizinde CYP inhibisyonu göstermemesi ilaç-ilaç etkileşim riskinin düşük olduğu anlamına gelmekte ve yapılacak olan kimyasal modifikasyonlar ile umut vadeden bir aday haline gelebileceği öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Moleküler yerleştirme, Schiff bazı, ADME, İlaç benzerliği

**INVESTIGATION OF THE MOLECULAR DOCKING AND DRUG-LIKENESS
POTENTIAL OF THE COMPOUND ((E)-2-((4-HYDROXYBENZYLIDENE)
AMINO)-3,5-DIMETHOXYPHENOL) (BEDIM), A FLUOROGENIC TURN-OFF
PROBE AND SCHIFF BASE**

ABSTRACT

Antibiotic resistance, a serious and global problem threatening public health today, complicates the control and treatment of infectious diseases. This phenomenon, which arises from the evolutionary and resistance mechanisms of bacteria against antibiotics, also threatens the effectiveness of conventional antibiotics. In this study, the interaction between the AcrB protein, a component of the drug efflux systems which are among the antibiotic resistance mechanisms, and the Schiff base compound ((E)-2-((4-hydroxybenzylidene) amino)-3,5-dimethoxyphenol) (BEDIM) was evaluated using the molecular docking method. Additionally, the drug-likeness of the BEDIM compound was analyzed using Lipinski's rule of five and ADME (absorption, distribution, metabolism, excretion) parameters. The results revealed that the BEDIM compound achieved the best binding to the active site of the AcrB protein with a binding energy of -5.75 kcal/mol. In the drug-likeness evaluation, it demonstrated a low degree of drug-likeness, violating two of Lipinski's rules. However, its lack of CYP inhibition in the ADME analysis implies a low risk of drug-drug interactions, and it is predicted that with future chemical modifications, it could become a promising candidate. Furthermore, the binding affinity of -5.75 kcal/mol suggests that BEDIM has the potential to be an antimicrobial agent.

Keywords: Molecular docking, Schiff base, ADME, Drug-likeness

1. GİRİŞ

Antibiyotik direnci, günümüzde halk sağlığını ve sağlık sistemlerini tehdit eden ciddi ve küresel bir sorundur. Ayrıca enfeksiyonlara karşı geliştirilen antibiyotiklerin etkinliğini de tehdit etmektedir. Antibiyotiklere karşı geliştirilen direnç sonucu bulaşıcı hastalıkların kontrolü ve tedavisi güçleşmekte, tedavilerin maliyeti artmaktadır. Antibiyotik direnci bakterilerin evrimleşme ve direnç mekanizmaları sayesinde meydana gelmektedir. Bakterilerin sahip oldukları mekanizmalardan biri de ilaç atılım mekanizmasıdır. Bu mekanizmada rol oynayan bileşenlerden biri de gram negatif bakterilerde bulunan ve antibiyotik direncinde önemli bir rol oynayan AcrB proteindir (Alqarni et al., 2025; Rathod et al., 2025; Uğur & Genç, 2019).

Küresel ve ciddi bir sorun yaratan antibiyotik direnci karşısında geleneksel ilaçların etkinliği giderek azalmaktadır. Bu durum potansiyel ilaç adayları aramayı teşvik etmiştir (Sahin Dogan et al., 2025). Potansiyel ilaç adayları geliştirme süreci, bir protein veya sinyal yolağının engellenmesi veya etkinleştirilmesine dayanır. Potansiyel ilacın hedefe bağlanarak ölçülebilen

biyolojik bir yanıt vermesi ve vücut içinde uygun davranışlar sergilemesi gerekir. (Hughes et al., 2011). Bu davranışlar Farmakokinetik ve fizikokimyasal özellikler olarak isimlendirilir. Ayrıca potansiyel ilaçların ilaç olabirlik ve benzerlik özelliklerinin de değerlendirilmesi gerekir. Günümüzde bilgisayar destekli yöntemlerin gelişmesiyle birlikte potansiyel ilaç adaylarının değerlendirmelerinde *in silico* yöntemler tercih edilmeye başlanmıştır (Najafi & Fatemi, 2025). Bu yöntemlerden moleküler yerleştirme, hedef ile potansiyel ilaç adayı arasındaki bağlanmanın gücünü ve konformasyonunu öngörürken; ADME (emilim, dağılım, metabolizma, atılım) analizi ve Lipinski kuralları ise ilacın vücuttaki davranışları ve ilaç olabirliği hakkında bilgi verir (İmal, 2025; Mansuroğlu, 2024; Öksüz, 2023).

Aldehit veya ketonların birincil aminler ile kondenzasyon reaksiyonu ile oluşan Schiff bazları yüksek verimlilikle kolay sentezlenmeleri ve şelatlama yetenekleri dolayısıyla on yıllardır bilimsel ve endüstri alanlarında yaygın olarak tercih edilmektedir (Abu-Yamin et al., 2022; Akinci et al., 2022). Schiff bazları bünyelerinde alkil veya aril gibi çeşitli kimyasal yapılar ve Azometin (C=N) grupları içerebilen bileşiklerdir. Schiff bazları ihtiva ettikleri Azometin (C=N) grupları sayesinde geniş biyolojik aktiviteye sahiptir; bu aktiviteler arasında özellikle antibakteriyel ve antifungal özellikleri dikkat çekmektedir (Boulechfar et al., 2023; Ghosh et al., 2020; Sahin Dogan et al., 2025).

Schiff bazları sahip oldukları özellikleri sayesinde potansiyel terapötik ajan olarak değerlendirilebilirler (Sahin Dogan et al., 2025). Bu çalışmada gram negative bakterilerde ilaç atılım mekanizmalarında önemli rol oynayan AcrB proteini (PDB ID: 4ZJL) ile yeni sentezlenmiş florojenik turn-off probu ve bir Schiff bazı olan ((E)-2-((4-hidroksibenziliden) amino)-3,5-dimetoksifenol) (BEDIM) bileşiğinin etkileşimi *in silico* değerlendirilmiştir (Ababou & Koronakis, 2016; Aydın, 2020). Ayrıca ((E)-2-((4-hidroksibenziliden) amino)-3,5-dimetoksifenol) (BEDIM) bileşiğinin ilaç benzerliği Lipinski kuralları ile farmakokinetik ve fizikokimyasal özellikleri ise ADME analizi ve ile incelenmiştir

2. ARAŞTIRMA ve BULGULAR

2.1 Hesaplamalı farmakokinetik tahmini

Bu çalışmada daha önce sentezlenen florojenik turn-off probu ve bir Schiff bazı olan ((E)-2-((4-hidroksibenziliden) amino)-3,5-dimetoksifenol) (BEDIM) bileşiğinin ADME analizi SwissAdme web sunucusu ile gerçekleştirildi (Aydın, 2019; Daina et al., 2017).

2.2. Moleküler Yerleştirme

2.2.1 Protein hazırlığı

Gram negatif bakterilerde bulunan ve antibiyotiklere karşı dirençte temel rol oynayan trimerik yapılı AcrB (PDB ID: 4ZJL) proteinin üç boyutlu yapısı Protein Veri Bankasından (PDB) indirildi (Ababou & Koronakis, 2016). Proteinin alfa zinciri moleküler yerleştirmede kullanıldı diğer zincirler yapıdan silindi. Aynı zamanda proteinin yapısındaki su molekülleri kaldırıldı, eksik yan zincirlerine atom eklendi ve kalıntı yan birimler Autodock 4.2 programı ile onarıldı (Morris et al., 2008).

2.2.2. Ligand hazırlığı

BEDİM bileşiğinin moleküler yapısı Openbabel ile minimize edildi ve Openbabel web sunucusu kullanılarak pdb (Protein data bank) formatına çevrildi (O'Boyle et al., 2011). Autodock 4.2 programına pdb dosyası yüklenerek torsion kökü ve dönebilen bağ sayısı belirlendi (Morris et al., 2008; Ulular, 2023).

2.2.3. Yerleştirme hesaplamaları

İlk olarak autogrid fonksiyonu ile ligand yapısındaki atomlar ve proteinin esnek kısımları arasındaki üç boyutlu etkileşim enerjileri ve grid haritaları hesaplandı. Daha sonra moleküler yerleştirme işlemi yapıldı. İşlemi sonucunda tüm yerleştirme verilerini içeren doking log file (dlg) dosyası elde edildi (Morris et al., 2008). Autodock 4.2 programı ile elde edilen veriler BIOVIA Discovery Studio Visualizer Programı ile görselleştirildi (BIOVIA, 2024).

3. SONUÇ

3.1. ADME

ADME analizi ilaç adaylarının seçimi için önemli özelliklere vermektedir. Bir bileşiğin emilim özellikleri, metabolizma hızı ve ilaç-ilaç etkileşimi gibi parametreler ilaç dozu, stabilitesi ve güvenilirliği gibi tahminler sunmaktadır (Li, 2001). Lipinksinin beş kuralı bileşiğin yüzey alanı ve dolayısıyla hücre geçirgenliğiyle ilgili olan TPSA (≤ 140), Hidrojen bağ alıcı sayısı (≤ 10), Hidrojen bağ verici sayısı (≤ 5), LogP (≤ 5) ve moleküler ağırlığı (≤ 500 g/mol) özelliklerine bakarak bileşiğin ilaç benzerliğini ve ilaç olabilirliğini değerlendirir. Bu kurallardan en az ikisinin karşılanması bileşiğin ilaç benzerliği ve ilaç olabilirliği anlamına gelmektedir (İmal, 2025; Mansuroğlu, 2024; Öksüz, 2023). BEDİM bileşiği TPSA (203,78 Å²), Hidrojen bağ alıcı sayısı (6), Hidrojen bağ verici sayısı (6), LogP (2,77) ve moleküler ağırlık (548,64 g/mol) özelliklerinden Hidrojen bağ alıcı sayısı ve LogP değerlerini sağlamaktadır (Tablo 1). BEDİM bileşiği Lipinksinin beş kuralından iki tanesini sağladığı için düşük oranda ilaç benzerliği

göstermektedir. Ayrıca BEDİM bileşiğinin CYP enzimleri üzerinde inhibisyon göstermemesi ilaç-ilaç etkileşim potansiyelinin düşük olduğunu göstermektedir (Li, 2001) .

Tablo 1: ADME analizi sonuçları	
Fizikokimyasal Özellikler	
Formül	C ₂₆ H ₂₄ N ₆ O ₄ S ₂
Moleküler ağırlık	548.64 g/mol
Ağır atom sayısı	38
Aromatik ağır atom sayısı	18
Csp ³ oranı	0,12
Dönebilen bağ sayısı	10
Hidrojen bağı alıcı sayısı	6
Hidrojen bağı verici sayısı	6
Molar Refraktivite	151,99
TPSA	203.78 Å ²
Lipofikisite	
Log Po/w (iLOGP)	2,7
Log Po/w (XLOGP3)	1,77
Log Po/w (WLOGP)	2,31
Log Po/w (MLOGP)	1,7
Log Po/w (SILICOS-IT)	5,38
Konsensüs Log Po/w	2,77
Suda Çözünürlük	
Log S (ESOL)	-4,05
Çözünürlük	4.92e-02 mg/ml ; 8.97e-05 mol/l
Sınıf	Orta derece çözünür
Log S (Ali)	-5,67
Çözünürlük	1.18e-03 mg/ml ; 2.15e-06 mol/l
Sınıf	Orta derece çözünür
Log S (SILICOS-IT)	-7,69
Çözünürlük	1.13e-05 mg/ml ; 2.06e-08 mol/l
Sınıf	Düşük çözünür
Farmakokinetik	
GI emilim	Düşük
BBB geçirgenliği	Hayır
P-gp substratı	Evet
CYP1A2 inhibitörü	Hayır
CYP2C19 inhibitörü	Hayır
CYP2C9 inhibitörü	Hayır
CYP2D6 inhibitörü	Hayır
CYP3A4 inhibitörü	Hayır
Log Kp (deri geçirgenliği)	-8.39 cm/s
İlaç Benzerliği	
Lipinski	Hayır; 2 ihlal: MW>500, NHorOH>5
Ghose	Hayır; 2 ihlal: MW>480, MR>130
Veber	Hayır; 1 ihlal: TPSA>140
Egan	Hayır; 1 ihlal: TPSA>131.6

Muegge	Hayır; 2 ihlal: TPSA>150, H-don>5
Biyoyararlanım Skoru	0,17
Tıbbi Kimya	
PAINS	1 uyarı: hzone_phenol_A
Brenk	2 uyarı: imine_1, tiyokarbonil_grup
Öncü Molekül Benzerliği	Hayır; 2 ihlal: MW>350, Rotors>7
Sentetik Erişilebilirlik	4,33

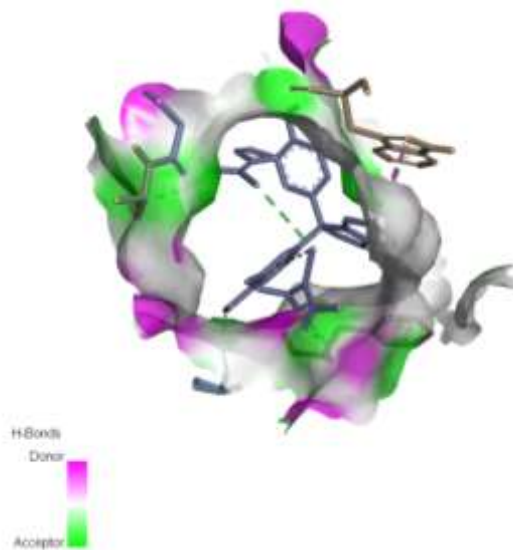
3.2 Moleküler yerleştirme

BEDİM bileşiği ile AcrB proteinin moleküler yerleştirme işlemi Autodock 4.2 programı ile 50 tekrarlı olarak gerçekleştirildi. Moleküler yerleştirme sonucunda en kararlı bağlanma -5.74 kcal/mol olarak gözlemlendi. Bu değer BEDİM bileşiği ile AcrB proteini arasında düzeyde bir bağlanma meydana geldiği anlamına gelmektedir. Autodock 4.2 programı ile gerçekleştirilen moleküler yerleştirme sonucunda elde edilen veriler BIOVIA Discovery Studio Visualizer Programı ile görselleştirildi (Ababou & Koronakis, 2016; Aydın, 2020; BIOVIA, 2024; Morris et al., 2008). BEDİM-AcrB kompleksinin yapısında PHEA:727 ve PROA:725 aminoasit pozisyonlarında Hidrojen bağı, GLYA:51 ve ALAA:52 aminoasit pozisyonlarında Karbon-Hidrojen bağı ve TRPA:754 aminoasit pozisyonunda Pi-Pi istiflenme bağı yaptığı gözlemlendi (Tablo 2). BEDİM bileşiğinin aktif bölgesindeki moleküler etkileşimler Şekil 1’de verilmiştir. BEDİM bileşiğinin proteinin bağlanma cebininin dışında yer aldığı görülmektedir. Şekil 2’de BEDİM bileşiğinin Çözücüye Erişebilir Yüzey Haritası verilmektedir. BEDİM bileşiğinin proteinin bağlanma cebine değil çözücüyle etkileşimde olduğu bir yüzeye bağlandığı görülmektedir.

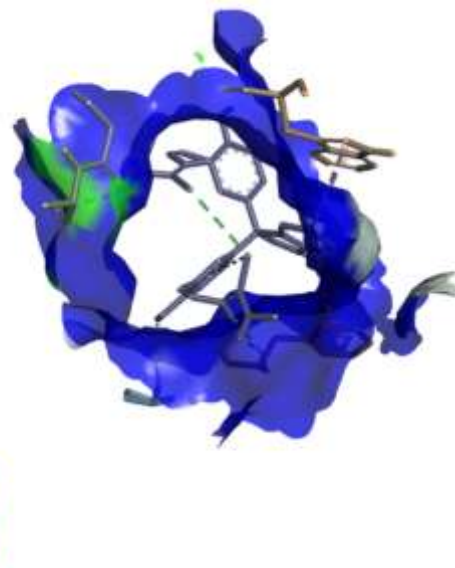
Sonuç olarak, BEDİM bileşiği düşük ilaç benzerliği ve bağlanma enerjisi göstermesine rağmen CYP inhibisyonu sergilememesi nedeniyle güvenli özellikler sunmaktadır. Kimyasal modifikasyonlarla bağlanma afinitesi ve ilaç benzerliği artırılabilir; bu potansiyel in vitro ve in vivo çalışmalarla doğrulanmalıdır.

Tablo 2: BEDİM Bileşiğinin AcrB Proteini ile En Kararlı İki Bağlanma Moduna Ait Moleküler Yerleştirme Sonuçları ve Etkileşim Profilleri

Protein	BEDİM-AcrB yapısındaki Kovalent Olmayan Etkileşimler	Bağlanma Enerjisi	Etkileşen Aminoasitler ve Pozisyonları	Bağ Türleri
AcrB		-5.74 kcal/mol	PHEA:727, PROA:725 GLYA:51, ALAA:52 TRPA:754	Konvansiyonel Hidrojen Bağı Karbon Hidrojen Bağı Pi-Pi İstiflenme



Şekil 1: ((E)-2-((4-hidroksibenziliden) amino)-3,5-dimetoksifenol) (BEDIM) bileşiğinin aktif bölgesindeki moleküler etkileşimler



Şekil 2: ((E)-2-((4-hidroksibenziliden) amino)-3,5-dimetoksifenol) (BEDIM) bileşiğinin Çözücüye Erişebilir Yüzey Haritası

KAYNAKÇA

- Ababou, A., & Koronakis, V. (2016). Structures of gate loop variants of the AcrB drug efflux pump bound by erythromycin substrate. *PLoS ONE*, 11(7).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159154>
- Abu-Yamin, A. A., Abduh, M. S., Saghir, S. A. M., & Al-Gabri, N. (2022). Synthesis, characterization and biological activities of new Schiff base compound and its lanthanide complexes. *Pharmaceuticals*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/ph15040454>
- Akinci, A. B., Sünbül, A. B., Çaylar, M., Koçer, F., & Uruş, S. (2022). Synthesis of aromatic Schiff bases and Co(II), Ni(II) and Cu(II) complexes: Investigation of antimicrobial activities. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 9(3), 1140–1170. <https://doi.org/10.31202/ecjse.1099521>
- Alqarni, M. H., Alam, A., Saad Al Oraby, M., & Foudah, A. I. (2025). Identification of potential therapeutics by targeting AcrB protein from AcrAB-TolC multidrug efflux pump of Escherichia coli: an in-silico exploration. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*.
<https://doi.org/10.1080/07391102.2025.2487203>
- Aydin, D. (2019). A Turn on fluorescence sensing of Zn (II) utilizing phenolphthalein appended 4-methylthiosemicarbazide.
- Aydın, D. (2020, March). A selective turn off fluorescent sensor for Copper (II).
www.eurasianbiochem.org
- BIOVIA, D. S. (2024). *Discovery Studio Visualizer* (24.1.0.23298). Dassault Systèmes.
- Boulechfar, C., Ferkous, H., Delimi, A., Djedouani, A., Kahlouche, A., Boublia, A., Darwish, A. S., Lemaoui, T., Verma, R., & Benguerba, Y. (2023). Schiff bases and their metal complexes: A review on the history, synthesis, and applications. In *Inorganic Chemistry Communications* (Vol. 150). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2023.110451>
- Daina, A., Michielin, O., & Zoete, V. (2017). SwissADME: A free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules. *Scientific Reports*, 7. <https://doi.org/10.1038/srep42717>
- Ghosh, P., Dey, S. K., Ara, M. H., Md. Rezaul Karim, K., & Nazmul Islam, A. B. M. (2020). A review on synthesis and versatile applications of some selected schiff bases with their transition metal

- complexes. *Egyptian Journal of Chemistry*, 63, 523–547.
<https://doi.org/10.21608/ejchem.2019.13741.1852>
- Hughes, J. P., Rees, S. S., Kalindjian, S. B., & Philpott, K. L. (2011). Principles of early drug discovery. *British Journal of Pharmacology*, 162(6), 1239–1249. <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2010.01127.x>
- İmal, A. (2025). *Kumarin halkası içeren bileşiklerin teorik hesaplamaları, moleküler doking çalışmaları ve deneysel verilerle karşılaştırılması*. Bitlise Eren Üniversitesi.
- Li, A. P. (2001). Screening for human ADME/Tox drug properties in drug discovery.
- Mansuroğlu, G. (2024). *Morfolino grubu taşıyan bileşiklerin alfa-amilaz, alfa-glukozidaz ve üreaz enzimleriyle etkileşiminin moleküler doking, MM/GBSA ve moleküler dinamik çalışması*. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Morris, G. M., Huey, R., & Olson, A. J. (2008). Using autoDock for ligand-receptor docking. In *Current Protocols in Bioinformatics* (Issue SUPPL. 24). John Wiley and Sons Inc.
<https://doi.org/10.1002/0471250953.bi0814s24>
- Najafi, N., & Fatemi, M. H. (2025). Computational design of PARP-1 inhibitors: QSAR, molecular docking, virtual screening, ADMET, and molecular dynamics simulations for targeted drug development. *SAR and QSAR in Environmental Research*, 36(3), 205–246.
<https://doi.org/10.1080/1062936X.2025.2480859>
- O’Boyle, N. M., Banck, M., James, C. A., Morley, C., Vandermeersch, T., & Hutchison, G. R. (2011). Open Babel: An Open chemical toolbox. *Journal of Cheminformatics*, 3(10).
<https://doi.org/10.1186/1758-2946-3-33>
- Öksüz, T. (2023). *Anti-leishmania etkisi gösteren Antimon (III) komplekslerinin moleküler doking analizi ile incelenmesi*. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Rathod, S., Dey, S., Choudhari, P., Mahuli, D., Rochlani, S., Dhavale, R., Chaudhari, S., Tamboli, Y., Kilbile, J., & Rajakumara, E. (2025). High-throughput computational screening for identification of potential hits against bacterial Acriflavine Resistance Protein B (AcrB) efflux pump. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 43(9), 4423–4439.
<https://doi.org/10.1080/07391102.2024.2302936>
- Sahin Dogan, S., Cicek, M., Aydin, D., & Kocabas, A. (2025). Evaluation of the therapeutic potential of a Schiff Base Compound: Pharmacokinetic profiling, molecular docking for Enoyl-Acyl carrier protein reductase (InhA), antimicrobial, and anticancer properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 311. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.143677>
- Uğur, M., & Genç, S. (2019). Yoğun bakım ünitelerinden izole edilen *Scinetobacter baumannii* ve *Pseudomonas aeruginosa* suşlarının üç yıllık direnç profili. *Turkish Journal of Intensive Care*, 17(3), 130–137. <https://doi.org/10.4274/tybd.galenos.2018.94103>
- Ulular, N. (2023). *Moleküler doking ve farmakokinetik Yöntemler ile Sars-Cov-2 ana proteaz 3CLPRO için potansiyel inhibitörlerin araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

BİR TURN-ON SENSÖRÜ OLAN FENOLFTALEİN EKLENMİŞ 4-METİLTİYOSEMİKARBAZİD (PHP) KİMYASALININ MOLEKÜLER YERLEŞTİRME VE FARMAKOKİNETİK YÖNTEMLER İLE İLAÇ OLMA POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Müdahhara KARACA

Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Biology,
Karaman, Türkiye

ORCID ID: 0009-0006-2811-4773

Arş. Gör. Dr. Suzan ŞAHİN DOĞAN

Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Biology,
Karaman, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-1554-0080

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇİÇEK

Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Biology,
Karaman, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-7109-6500

Doç. Dr. Duygu AYDIN

Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Departman of Chemistry,
Karaman, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-0436-1869

Doç. Dr. Aytaç KOCABAŞ

Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Biology,
Karaman, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7622-1932

ÖZET

Nobel ödüllü kimyager Hugo Schiff tarafından 1864 yılında ilk kez sentezlenen Schiff bazları bir aldehit veya ketonun birincil aminler ile kondenzasyon reaksiyonu sonucu oluşur ve imin ($C=N$) grubuna sahiptir. Schiff bazları yapılarında bulunan imin grubu ($C=N$) sayesinde antimikrobiyal, antikanser ve anti-inflamatuar gibi geniş biyolojik aktivite sergilemektedir. Schiff bazları sergiledikleri biyolojik aktivite dolayısıyla potansiyel ilaç adayları olarak değerlendirilmektedir. Ancak bir bileşiğin ilaç olarak değerlendirilebilmesi için bazı farmakokinetik ve fizikokimyasal özelliklere sahip olması gerekir. Bu değerlendirme ADME ve Lipinski'nin beş kuralı ile yapılabilir. Bu değerlendirmelerin deneysel olarak gerçekleştirilmesi maliyetinin ve analizlerin zorluğu günümüzde bilgisayar destekli yöntemlerin tercih edilmesine sebep olmuştur. Tercih edilen bilgisayar destekli yöntemlerden biri de Moleküler yerleştirmedir. Moleküler yerleştirme potansiyel ilaç molekülü ile etkileyeceği düşünülen makromolekülün etkileşimi hakkında tahminde bulunan bir simülasyon yöntemidir. Moleküler yerleştirme yöntemi gerçekleşen etkileşim sonunda bağlanma gücü ve bağlanma yapısı hakkında bilgi verir.

Bu çalışmada Fenolftalein eklenmiş 4-metiltiyosemikarbazid (PHP) adlı Schiff bazının ilaç olma potansiyeli bilgisayar destekli yöntemler araştırılmıştır. İlk olarak ADME analizi

gerçekleştirilerek ilaç benzerlik potansiyeli Lipinski'nin beş kuralına göre değerlendirilmiş ve PHP'nin Lipinski'nin bütün kriterlerini karşıladığı belirlenmiştir (TPSA: 71,28 Å²; Moleküler ağırlık: 273,28g/mol; Hidrojen alıcı: 5 ; Hidrojen verici: 2 ve LogP: 2,42). Daha sonra birçok kanser türünde kilit rol oynayan ve kanser tedavi hedeflerinden biri olan EGFR proteini ile olan etkileşimi moleküler yerleştirme yöntemiyle incelenmiştir. Moleküler yerleştirme sonucunda PHP'nin EGFR proteininin aktif bölgesine -6,59 kcal/mol ve -6,20 kcal/mol ile en iyi bağlanmayı gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu sonuçlar PHP bileşiğinin potansiyel bir antikanser ajanı olacağı yönünde umut vadetmektedir.

Anahtar kelimeler: Moleküler yerleştirme, Schiff bazı, Farmakokinetik, ADME

INVESTIGATION OF THE DRUG POTENTIAL OF PHENOLPHTHALEIN-APPENDED 4-METHYLTHIOSEMICARBAZIDE (PHP), A TURN-ON SENSOR, BY MOLECULAR DOCKING AND PHARMACOKINETIC METHODS
ABSTRACT

Schiff bases, first synthesized in 1864 by the Nobel laureate chemist Hugo Schiff, are formed through the condensation reaction of an aldehyde or a ketone with primary amines and possess an imine (C=N) group. Thanks to the imine (C=N) group in their structure, Schiff bases exhibit a wide range of biological activities, such as antimicrobial, anticancer, and anti-inflammatory properties. Due to these biological activities, they are considered potential drug candidates. However, for a molecule to be evaluated as a drug, it must have certain pharmacokinetic and physicochemical properties. This evaluation can be conducted using ADME analysis and Lipinski's rule of five. Due to the high cost and difficulty of performing these evaluations experimentally, computer-aided methods are widely preferred today. One of the preferred computer-aided methods is Molecular Docking. Molecular docking is a simulation method that predicts the interaction between a potential drug molecule and its target macromolecule. The molecular docking method provides information about the binding affinity and binding pose at the end of the interaction. In this study, the drug potential of a Schiff base named Phenolphthalein-appended 4-methylthiosemicarbazide (PHP) was investigated using computer-aided methods. First, an ADME analysis was conducted to evaluate its drug-likeness potential according to Lipinski's rule of five, and it was determined that PHP meets all of Lipinski's criteria (TPSA: 71.28 Å²; Molecular weight: 273.28 g/mol ; Hydrogen bond acceptors: 5; Hydrogen bond donors: 2; and LogP: 2.42). Subsequently, its interaction with the EGFR protein, which plays a key role in many types of cancer and is a target for cancer therapy, was examined using the molecular docking method. The molecular docking results showed that PHP achieved the best binding to the active site of the EGFR protein with binding energies of

-6.59 kcal/mol and -6.20 kcal/mol. These results are promising, suggesting that the PHP compound has the potential to be an anticancer agent.

Keywords: Molecular docking, Schiff base, Pharmacokinetic, ADME

1. GİRİŞ

Schiff bazları Nobel ödüllü kimyager Hugo Schiff tarafından ilk kez 1864 yılında sentezlenmiştir. Schiff bazları, aldehit veya ketonun primer aminle girdiği kondenzasyon reaksiyonu sonucu oluşan bileşiklerdir. Reaksiyon sırasında, aldehit veya ketona ait karbonil grubundaki (C=O) oksijen atomu ile amine ait iki hidrojen atomu birleşerek bir su molekülü (H₂O) oluşturarak yapıdan ayrılır. Bunun sonucunda, başlangıçtaki C=O çift bağının yerini, imin veya azometin olarak da bilinen karbon-azot çift bağı (C=N) alır. Genel yapıları $R^1R^2C=NR^3$ ile gösterilir ($R \neq H$); R^1 , R^2 ve R^3 grupları, alkil veya aril gibi farklı kimyasal yapılar olabilmektedir (Boulechfar et al., 2023; Ghosh et al., 2020). Bu kimyasal yapıların çeşitliliği Schiff bazlarının farklı sınıflandırılmalarına olanak sağlamıştır. Türetildiği karbonil bileşiğine göre aldimin ve ketimin olarak, imin grup sayısına göre, mono-, bis-, tris-, tetrakis-, oligo-, polimer olarak, zincir yapısına göre asiklik ve siklik olarak ayrıca kaynak kökenlerine göre; doğal, doğal kaynaklardan türetilen ve sentetik olarak, çeşitli şekilde sınıflandırılabilirler (Moanta, 2025).

Yaklaşık 160 yıl önce keşfedilmiş olmalarına rağmen Schiff bazları; bu yapısal çeşitlilikleri, kolay sentezlenebilmeleri, yüksek reaksiyon verimleri, kararlılıkları ve şelatlama özellikleri sayesinde günümüzde kimya, fizik ve tıp başta olmak üzere birçok disiplinde önemini koruyan bileşiklerdir. Schiff bazlarının yapısındaki imin grubu (C=N) bu bileşiklere geniş antimikrobiyal aktivite (antibakteriyel, antifungal, antiviral), sistemik etki (anti-inflamatuar, analjezik, anti-diyabetik), antiproliferatif etki (antikanser, antitümör) ayrıca antioksidan ve antidepresan özelliklerini kazandırmaktadır (Küçükolbaşı et al., 2022; Yüksekdanacı et al., 2020). Schiff bazları biyolojik aktiviteleri dışında endüstride pigment, boya, katalizör, korozyon inhibitörü, stabilizatör olarak ayrıca; fotonik, optoelektronik cihazlar, optik fiberler, lüminesans teknolojisi, sensörler, organik pil, elektrokromik cihaz ve güneş filtreleri gibi birçok alanlarda da yaygın şekilde kullanılmaktadır (Akinci et al., 2022; Güngör, 2020; Köse & Bal, 2023; Küçükolbaşı et al., 2022; Yüksekdanacı et al., 2020).

Geniş biyolojik aktivitelere sahip olan Schiff bazları potansiyel ilaç adayları olarak değerlendirilebilmektedirler. Bir bileşiğin ilaç olarak değerlendirilmesi için bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. İlacın vücutta homojen olarak dağılması, metabolizmasının düşük olması, vücuttan atılımının doğru ve zararsız olması bu özellikler arasında sayılabilmektedir.

Bu özellikler ilaçların içerdikleri moleküllerin farmakokinetik ve fizikokimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. ADME analizi ilaçların emilim, dağılım, metabolizma ve atılım gibi farmakokinetik özelliklerini değerlendirmek için kullanılır. İlaçların bu etkilerinin tam olarak anlaşılabilmesi için genellikle in vivo ve in vitro testlere ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak deney sayısının fazla olması ve yüksek maliyet gibi etkenler bu süreçleri önemli ölçüde kısıtlayabilmektedir. Bu kısıtlamaların aşılabilmesi için bilgisayar destekli programlar tercih edilebilmektedir. Bilgisayar destekli ADME analizleri hızlı ve kolay şekilde çok sayıda ilacın farmakokinetik ve fizikokimyasal özelliklerinin taranmasını sağlamaktadır (Mansuroğlu, 2024; Öksüz, 2023). ADME analizlerinde ilacın özelliklerinin belirli kurallara uyması beklenir. Bu kurallardan en bilineni Lipinski'nin beş kuralıdır. Lipinski kuralları molekülün ilaca “benzerliğini” ölçmek için kullanılır ve bu beş kriterden en az iki tanesinin sağlanması gerekir. Lipinski'nin beş kuralına göre İlacın moleküler ağırlığı ≤ 500 g/mol, Hidrojen bağ verici sayısı ≤ 5 , Hidrojen bağ alıcı sayısı ≤ 10 , LogP değeri ≤ 5 , Topolojik Polar Yüzey Alanı (TPSA) ≤ 140 olmalıdır. TPSA ve LogP değerleri hücre geçirgenliği ilişkilidir. TPSA değeri moleküldeki başta oksijen ve azot olmak üzere tüm polar atomların ve onlara bağlı olan hidrojenlerin yüzey alanıdır. LogP değeri ise molekülün lipofilikliği ile ilişkilidir. Ayrıca hücre geçirgenliği için PCacao ve PMDCK, beyin-ilac etkileşimi için LogBB değeri, deri geçirgenliği için LogKp, insan serum albümine bağlanma yeteneği için PLogKhsa, ve sinir sistemi üzerindeki etkisi için CNS değerleri de değerlendirilmelidir (İmal, 2025; Mansuroğlu, 2024; Öksüz, 2023).

Potansiyel ilaç olarak seçilen moleküllerin farmakokinetik ve fizikokimyasal özelliklerinin analizi sonrasında bu molekülün vücutta hedeflenen etkisinin moleküler seviyede değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirme işlemleri deneysel olarak zor ve maliyetlidir. Bu işlemlerin kolaylaştırılması amacıyla bilgisayar destekli yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan birisi de “Moleküler Yerleştirme” yöntemidir (Mansuroğlu, 2024). Moleküler yerleştirme, bilgisayar destekli bir simülasyon yöntemidir. Moleküler yerleştirme bir makromoleküle (protein veya nükleotit) bir ligandın nasıl bağlanabileceğini tahmin eder. Moleküler yerleştirme işlemi sonunda makromolekül ile ligand arasında bağlanma gücü ve bağlanma yapısı tahmin edilir. Bu yöntem ile yeni ilaçların geliştirilebilme, sinyal iletim tahmin yapılabilme, enzimatik reaksiyonların ve moleküler etkileşimler anlaşılabilme ve yorumlanabilmektedir (Mansuroğlu, 2024; Öksüz, 2023).

Yapılarındaki imin (C=N) grubundan kaynaklanan antikanser aktiviteleri başta olmak üzere, sergiledikleri geniş biyolojik aktiviteler Schiff bazlarını potansiyel ilaç adayları haline

getirmektedir (Küçükkolbaşı et al., 2022; Yüksekdanacı et al., 2020). Schiff bazlarının bu potansiyelinden yola çıkarak, bu çalışmada yeni bir Schiff bazı olan Fenolftalein eklenmiş 4-metiltiyosemikarbazid (PHP) bileşiğinin ilaç olabilirliği ve birçok kanserde rol oynayan Epidermal Büyüme Faktörü Reseptörü (EGFR, PDB ID: 1M17) proteini ile olan etkileşiminin in silico değerlendirilmesi hedeflenmiştir (Aydın, 2019; Stamos et al., 2002). Bu doğrultuda, PHP bileşiğinin farmakokinetik ve fizikokimyasal özellikleri ADME analizi ile, ilaç olabilirliği Lipinski'nin beş kuralına göre, EGFR proteini ile olan etkileşimi ise Moleküler yerleştirme yöntemi ile incelenmiştir.

2. ARAŞTIRMA ve BULGULAR

2.1. Hesaplamalı farmakokinetik ve tahmini

Daha önce sentezlenen ve Zn^{+2} 'nin Turn-On sensörü olan Fenolftalein eklenmiş 4-metiltiyosemikarbazid (PHP) bileşiğinin ADME analizi simplified molecular input line entry system (SMILES) formatı SwissAdme programı kullanılarak gerçekleştirildi (Aydın, 2019; Daina et al., 2017; Rathod et al., 2025).

2.2. Moleküler yerleştirme

2.2.1. Protein Hazırlığı

EGFR (PDB ID: 1M17) proteinin üç boyutlu yapısı Protein Veri Bankasından (PDB) indirildi (Stamos et al., 2002). Autodock 4.2 programı ile proteinin yapısındaki eksik yan zincirlerine atomlar eklendi, yapısındaki sular kaldırıldı ve kalıntı yan birimler onarıldı (Morris et al., 2008).

2.2.2. Ligand hazırlığı

PHP bileşiği Openbabel ile minimize edildi daha sonra sonra pdb (Protein data bank) formatına çevrildi. Autodock 4.2 programına pdb dosyası yüklenerek torsion kökü ve dönebilen bağ sayısı belirlendi. Daha sonra dosya .pdbqt formatında kaydedildi (Morris et al., 2008; O'Boyle et al., 2011; Ulular, 2023).

2.2.3. Moleküler Yerleştirme hesaplamaları

Liganddaki atom türleri ve proteinin hareketli parçası için üç boyutlu etkileşim enerjileri ve grid haritaları autogrid fonksiyonu ile hesaplandı. Daha sonra moleküler yerleştirme işlemi tamamlandı. Moleküler yerleştirme işlemi sonunda docking log file (dlg) dosyası elde edildi (Morris et al., 2008). Autodock 4.2 programı ile elde edilen etkileşimler ve bağ yapıları BIOVIA Discovery Studio Visualizer Programı ile görselleştirildi (BIOVIA, 2024).

3. SONUÇ

3.1. Hesaplamalı farmakokinetik ve toksisite tahmini

Bir bileşiğin ilaç olabilmesi için belli farmakokinetik ve fizikokimyasal özellikleri sağlaması gerekir. Bu özellikler ADME analizi ile ilaç benzerlik özellikleri ise Lipinski'nin beş kuralı ile değerlendirildi. PHP bileşiğinin ilaç benzerlik özellikleri için değerlendirilen kriterler; moleküler ağırlık ≤ 500 g/mol, Hidrojen bağ verici sayısı ≤ 5 , Hidrojen bağ alıcı sayısı ≤ 10 , LogP değeri ≤ 5 , Topolojik Polar Yüzey Alanı (TPSA) ≤ 140 'tır (İmal, 2025; Mansuroğlu, 2024; Öksüz, 2023). PHP bileşiğinin ADME analizi Tablo 1'de verilmiştir. PHP bileşiğinin moleküler ağırlığı: 273,28 g/mol, Hidrojen bağ verici sayısı: 2, Hidrojen bağ alıcı sayısı: 5, LogP: 2,42 ve TPSA değeri: 71,28 olarak bulunmuştur (Tablo 1). Bu değerlere göre PHP bileşiğinin Lipinski'nin bütün kriterlerini sağladığı görülmektedir. Bu değerlendirme sonucu PHP bileşiğinin ilaç benzerlik oranı yüksektir. Ayrıca logKp değeri PHP bileşiğinin vücut içinde etkili emilim ve dağılım için gereken geçirgenliğe sahip olduğunu, Biyoyararlanım skoru (0,55) yüksek emilim potansiyelini ve sentetik erişilebilirlik değeri (2,58) kolay sentezlenebileceğini göstermektedir (Hughes et al., 2011; Öksüz, 2023). Bütün bu sonuçlar PHP bileşiğinin önemli bir farmasötik potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 1: ADME analizi	
Fizikokimyasal Özellikler	
Formül	C ₁₅ H ₁₅ NO ₄
Moleküler ağırlık	273.28 g/mol
Ağır atom sayısı	20
Aromatik ağır atom sayısı	12
Csp3 oranı	0,13
Dönebilen bağ sayısı	4
Hidrojen bağ alıcı sayısı	5
Hidrojen bağ verici sayısı	2
Molar Refraktivite	77,17
TPSA	71.28 Å ²
Lipofikisite	
Log Po/w (iLOGP)	2,51
Log Po/w (XLOGP3)	2,45
Log Po/w (WLOGP)	2,87
Log Po/w (MLOGP)	1,37
Log Po/w (SILICOS-IT)	2,93
Konsensüs Log Po/w	2,42
Suda Çözünürlük	
Log S (ESOL)	-3,26

Çözünürlük	1.51e-01 mg/ml ; 5.52e-04 mol/l
Sınıf	Çözünür
Log S (Ali)	-3,59
Çözünürlük	7.02e-02 mg/ml ; 2.57e-04 mol/l
Sınıf	Çözünür
Log S (SILICOS-IT)	-4,11
Çözünürlük	2.11e-02 mg/ml ; 7.71e-05 mol/l
Sınıf	Orta derece çözünür
Farmakokinetik	
GI emilim	Yüksek
BBB geçirgenliği	Evet
P-gp substratı	Hayır
CYP1A2 inhibitörü	Evet
CYP2C19 inhibitörü	Hayır
CYP2C9 inhibitörü	Evet
CYP2D6 inhibitörü	Hayır
CYP3A4 inhibitörü	Evet
Log Kp (deri geçirgenliği)	-6.23 cm/s
İlaç Benzerliği	
Lipinski	Evet; 0 ihlal
Ghose	Evet
Veber	Evet
Egan	Evet
Muegge	Evet
Biyoyararlanım Skoru	0,55
Tıbbi Kimya	
PAINS	1 uyarı: imine_fenol_A
Brenk	1 uyarı: imine_1
Öncü Molekül Benzerliği	Evet
Sentetik Erişilebilirlik	2,58

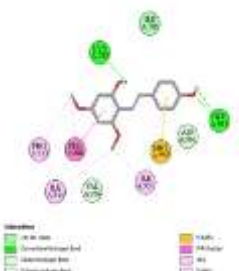
3.2. Moleküler yerleştirme

Moleküler yerleştirme için Protein Data Bank'tan EGFR (PDB ID: 1M17) proteinin X-Ray yapısı indirildi. İndirilen protein ile PHP bileşiğinin moleküler yerleştirme işlemi Autodock 4.2. programı ile 50 tekrarlı olarak ile gerçekleştirildi. Moleküler yerleştirme sonucunda kümeler arası 2,0 Ångstrom RMSD değerine göre 7 konformasyonel küme elde edildi (Aydın, 2019; Morris et al., 2008; Stamos et al., 2002). Termodinamik olarak en kararlı bağlanma skoru -6,59 kcal/mol olarak 33. Runda gözlemlendi. Ayrıca ikinci en iyi bağlanma afinitesi -6,20 kcal/mol değeri 36. Runda gözlemlendi ve bu skor en fazla üyeye sahip kümede olduğu için alternatif bir bağlanma noktası olarak değerlendirildi. Bu sonuç PHP bileşiğinin aktif bölgede birden fazla olası bağlanma noktasına veya konformasyona sahip olabileceği ortaya koymaktadır.

Elde edilen moleküler yerleştirme sonuçları BIOVIA Discovery Studio Visulazer Programı ile görselleştirildi (BIOVIA, 2024). Moleküler yerleştirme sonucunda en kararlı bağlanma enerjisine sahip olan -6,59 kcal/mol ve -6,20 kcal/mol konformasyonlarına ait moleküler yerleştirme ve etkileşim profilleri Tablo1’de verilmiştir. 6,59 kcal/mol konformasyonunda LysA:782 ve GluA:961 rezidüleri ile Hidrojen bağları, ProA:913, IleA:914 ve IleA:957 rezidüleri ile Hidrofobik bağlar gözlemlendi. -6,20 kcal/mol konformasyonunda ise GlnA:767 ve MetA:742 rezidüleri ile Hidrojen bağları, LeuA:694, LeuA:820, Ala:719, LysA:721, LeuA:768 ve ThrA:766 rezidüleri Hidrofobik bağlar gözlemlendi (Tablo 2). Hidrojen bağları proteinin aktif bölgesi ile güçlü etkileşimler, Hidrofobik bağlar ise protein-ligand stabilitesini sağlamaktadır . Her iki konformasyonda da yapıda birden fazla sayıda ve çeşitte bağ bulunması PHP-EGFR kompleksinde güçlü, sağlam ve kararlı bir etkileşim olduğunu göstermektedir. Proteinin aktif bölgesindeki protein-ligand etkileşiminin güçlü bir kimyasal ve geometrik uyumla gerçekleştirildiği görülmektedir (Şekil 1 ve Şekil 3). -6, 59 kcal/mol ve -6,20 kcal/mol konformasyonlarının proteinin aktif bölgesindeki Çözücüye Erişebilir Yüzey Haritasında (Şekil2 ve Şekil 4) görüldüğü üzere PHP bileşiğinin ana iskeletinin büyük kısmının proteinin hidrofobik cebine gömülü haldedir. Bu sonuçlar bağlanma enerji skorunun tesadüfi olmadığını spesifik ve kararlı etkileşimler sonucu meydana geldiğini göstermektedir.

Bu çalışma, PHP bileşiğinin potansiyel bir antikanser ajanı olduğunu ortaya koymakta, ancak bu sonuçların deneysel olarak teyit edilmesi için *in vitro* ve *in vivo* çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

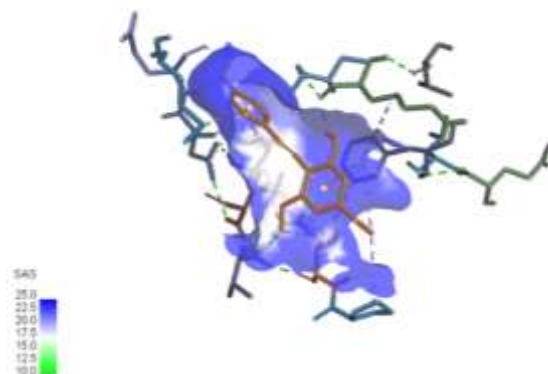
Tablo 2: PHP Bileşiğinin EGFR Tirozin Kinaz ile En Kararlı İki Bağlanma Moduna Ait Moleküler Yerleştirme Sonuçları ve Etkileşim Profilleri

Protein	PHP-EGFR yapısındaki Kovalent Olmayan Etkileşimler	Bağlanma Enerjisi	Etkileşen Aminoasitler ve Pozisyonları	Bağ Türleri
EGFR Tirozin Kinaz		-6,59 kcal/mol	ILE785, ASP960 LYS782, GLU961 VAL956, ASP960 PHE886 PRO913, ILE914, ILE957 MET963	Van der Waals Hidrojen Karbon-Hidrojen Pi-Pi İstiflenmiş Alkil Pi-Kükürt

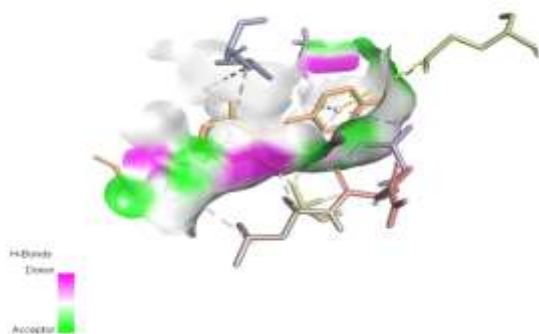
EGFR Tirozin Kinaz		-6,20 kcal/mol	GLN767, MET742 LEU768 LEU694, LEU820, ALA719, LYS721 THR766	Hidrojen Karbon-Hidrojen Alkil Pi-Alkil Pi-Sigma



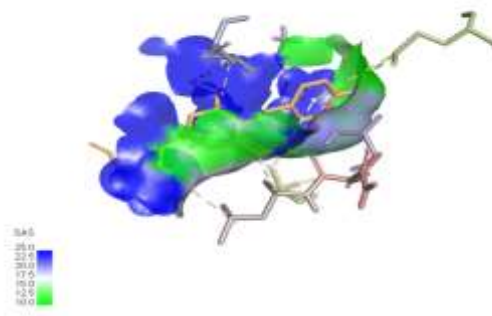
**Şekil: 1: Fenolftalein eklenmiş 4-
metiltiyosemikarbazid (PHP) bileşiğinin 33.
Runda aktif bölgesindeki moleküler etkileşimler**



Şekil 2: Fenoltalein eklenmiş 4-metiltiyosemikarbazid (PHP) bileşiğinin 33. Runda Çözücüye Erişebilir Yüzey Haritası



Şekil 3: Fenolftalein eklenmiş 4-metiltiyosemikarbazid (PHP) bileşiğinin 36. Runda aktif bölgesindeki moleküler etkileşimler



Şekil 4: Fenolftalein eklenmiş 4-metiltiyosemikarbazid (PHP) bileşiğinin 36. Runda Çözücüye Erişebilir Yüzey Haritası

KAYNAKÇA

- Akinci, A. B., Sünbül, A. B., Çaylar, M., Koçer, F., & Uruş, S. (2022). Synthesis of aromatic Schiff bases and Co(II), Ni(II) and Cu(II) complexes: Investigation of antimicrobial activities. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 9(3), 1140–1170. <https://doi.org/10.31202/ecjse.1099521>
- Aydin, D. (2019). *A Turn on Fluorescence Sensing of Zn (II) Utilizing Phenolphthalein Appended 4-Methylthiosemicarbazide*.
- BIOVIA, D. S. (2024). *Discovery Studio Visualizer* (24.1.0.23298). Dassault Systèmes.
- Boulechfar, C., Ferkous, H., Delimi, A., Djedouani, A., Kahlouche, A., Boublia, A., Darwish, A. S., Lemaoui, T., Verma, R., & Benguerba, Y. (2023). Schiff bases and their metal complexes: A review on

- the history, synthesis, and applications. In *Inorganic Chemistry Communications* (Vol. 150). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2023.110451>
- Daina, A., Michielin, O., & Zoete, V. (2017). SwissADME: A free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules. *Scientific Reports*, 7. <https://doi.org/10.1038/srep42717>
- Ghosh, P., Dey, S. K., Ara, M. H., Md. Rezaul Karim, K., & Nazmul Islam, A. B. M. (2020). A review on synthesis and versatile applications of some selected schiff bases with their transition metal complexes. *Egyptian Journal of Chemistry*, 63, 523–547. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2019.13741.1852>
- Güngör, T. (2020). Preparation of novel imidazo[1,2-a]pyrimidine derived schiff bases at conventional and microwave heating conditions. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 428–438. <https://doi.org/10.25092/baunfbcd.707673>
- Hughes, J. P., Rees, S. S., Kalindjian, S. B., & Philpott, K. L. (2011). Principles of early drug discovery. *British Journal of Pharmacology*, 162(6), 1239–1249. <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2010.01127.x>
- İmal, A. (2025). *Kumarin halkası içeren bileşiklerin teorik hesaplamaları, moleküler doking çalışmaları ve deneysel verilerle karşılaştırılması*. Bitlise Eren Üniversitesi.
- Köse, A., & Bal, M. (2023). Crystal structure and DNA binding properties of a sulfide bridged dimeric Schiff base compound. In *OKU Journal of The Institute of Science and Technology* (Vol. 6, Issue 1). <https://orcid.org/0000-0003-2576-3947>
- Küçükolbaş, S., Gündoğdu, Y., Aldoori, B., & Kılıç, H. Ş. (2022, August). *Optical investigations of 5-((4-hydroxybenzylidene)amino) asophthalic acid (4HB-5AIP) with Schiff base molecular structure*. <https://orcid.org/0000-0002-7546-4243>
- Mansuroğlu, G. (2024). *Morfolino grubu taşıyan bileşiklerin alfa-amilaz, alfa-glukozidaz ve üreaz enzimleriyle etkileşiminin moleküler doking, MM/GBSA ve moleküler dinamik çalışması*. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Moanta, A. (2025). Classification, synthesis, isomerism, and spectral characterization of schiff bases. *Mini-Reviews in Organic Chemistry*. <https://doi.org/10.2174/0118756298326751241031103603>
- Morris, G. M., Huey, R., & Olson, A. J. (2008). Using autoDock for ligand-receptor docking. In *Current Protocols in Bioinformatics* (Issue SUPPL. 24). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/0471250953.bi0814s24>
- O'Boyle, N. M., Banck, M., James, C. A., Morley, C., Vandermeersch, T., & Hutchison, G. R. (2011). Open Babel: An Open chemical toolbox. *Journal of Cheminformatics*, 3(10). <https://doi.org/10.1186/1758-2946-3-33>
- Öksüz, T. (2023). *Anti-Leishmania Etkisi Gösteren Antimon (III) Komplekslerinin Moleküler Doking Analizi ile İncelenmesi*. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Rathod, S., Dey, S., Choudhari, P., Mahuli, D., Rochlani, S., Dhavale, R., Chaudhari, S., Tamboli, Y., Kilbile, J., & Rajakumara, E. (2025). High-throughput computational screening for identification of potential hits against bacterial Acriflavine Resistance Protein B (AcrB) efflux pump. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 43(9), 4423–4439. <https://doi.org/10.1080/07391102.2024.2302936>
- Stamos, J., Sliwowski, M. X., & Eigenbrot, C. (2002). Structure of the epidermal growth factor receptor kinase domain alone and in complex with a 4-anilinoquinazoline inhibitor. *Journal of Biological Chemistry*, 277(48), 46265–46272. <https://doi.org/10.1074/jbc.M207135200>
- Ulular, N. (2023). *Moleküler doking ve farmakokinetik Yöntemler ile Sars-Cov-2 ana proteaz 3CLPRO için potansiyel inhibitörlerin araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Yüksekdanacı, S., Astley, D., & YAŞA, İ. (2020). Synthesis, characterization and antimicrobial studies of new chiral amide-Schiff base derivatives. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 48(1), 33–39. <https://doi.org/10.15671/hjbc.520248>

CALCULATIONS OF NEUTRON CROSS SECTIONS OF SOME FISSION PRODUCTS IN THE 0–100 MeV ENERGY RANGE USING PHITS**Asst. Prof. Dr. Ömer Faruk ÖZDEMİR**Van Yuzuncu Yil University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Physics, 65080,
Van, Türkiye**Orcid: 0000-0002-2389-1139****Assoc. Prof. Nergiz YILDIZ YORGUN**Van Yuzuncu Yil University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Physics, 65080,
Van, Türkiye**ORCID ID: 000-0002-2515-1994****ABSTRACT**

Accurate knowledge of the neutron reaction cross sections of fission products is critically important in areas such as nuclear reactor design, fuel cycle analysis, and safety assessment. Among the numerous fission products generated during reactor operation, certain isotopes act as strong neutron absorbers, commonly known as neutron poisons, and play a decisive role in controlling the reactor's reactivity. In this study, the neutron cross sections of the fission products identified as neutron poisons (^{95}Mo , ^{99}Tc , ^{101}Ru , ^{103}Rh , and ^{105}Pd isotopes) were calculated in the energy range of 0.1 MeV to 100 MeV. The calculations were performed using the PHITS (Particle and Heavy Ion Transport code System) simulation program, employing the Kurotama and Sato models available in the code, which model nuclear reaction mechanisms. The theoretical results obtained were compared with the evaluated nuclear data library TENDL-2021 (TALYS-based Evaluated Nuclear Data Library) and available experimental data (EXFOR) through the JANIS (Java-based Nuclear Information Software) database. The comparisons revealed that both PHITS models produced highly consistent results with each other. Furthermore, the PHITS-calculated results showed excellent agreement with the available experimental data within the studied energy range and demonstrated better predictive performance than the TENDL-2021 library. These findings highlight the capability of the PHITS code and its nuclear models to generate reliable nuclear data, particularly for fission products with limited experimental information.

Keywords: Fission products, neutron poison, neutron cross section, PHITS

BAZI FİSYON ÜRÜNLERİNİN NÖTRON TESİR KESİTLERİNİN 0–100 MeV ENERJİ ARALIĞINDA PHITS İLE HESAPLAMALARI

ÖZET

Fisyon ürünlerinin nötron reaksiyonu tesir kesitlerinin doğru bir şekilde bilinmesi, nükleer reaktör tasarımı, yakıt çevrimi analizi ve güvenlik değerlendirmesi gibi alanlarda son derece önemlidir. Reaktörün çalışması sırasında oluşan çok sayıdaki fisyon ürünü arasında, bazı izotoplar güçlü nötron soğurucular olarak davranır; bu izotoplar genellikle “nötron zehirleri” olarak bilinir ve reaktörün reaktivitesinin kontrolünde belirleyici bir rol oynar. Bu çalışmada, nötron zehri olarak tanımlanan fisyon ürünlerinden ^{95}Mo , ^{99}Tc , ^{101}Ru , ^{103}Rh ve ^{105}Pd izotoplarının nötron tesir kesitleri, 0.1 MeV ile 100 MeV enerji aralığında hesaplanmıştır. Hesaplamalar, PHITS (Particle and Heavy Ion Transport code System) simülasyon programı kullanılarak gerçekleştirilip programda yer alan ve nükleer reaksiyon mekanizmalarını modelleyen Kurotama ve Sato modelleri tercih edilmiştir. Elde edilen teorik sonuçlar, JANIS (Java-based Nuclear Information Software) veritabanı aracılığıyla TENDL-2021 (TALYS-based Evaluated Nuclear Data Library) değerlendirilmiş nükleer veri kütüphanesi ve mevcut deneysel veriler (EXFOR) ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar, her iki PHITS modelinin de birbiriyle oldukça tutarlı sonuçlar ürettiğini göstermiştir. Ayrıca, PHITS ile elde edilen hesaplama sonuçlarının, incelenen enerji aralığında mevcut deneysel verilerle mükemmel bir uyum sergilediği ve TENDL-2021 kütüphanesine kıyasla daha başarılı bir öngörü sağladığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, PHITS kodunun ve içerisindeki nükleer modellerin, özellikle deneysel verilerin sınırlı olduğu fisyon ürünleri için güvenilir nükleer veri üretme potansiyelini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fisyon ürünleri, nötron zehri, nötron tesir kesiti, PHITS

YEŞİL PROSES, YEŞİL MEMBRAN; İLERİ YÖNLÜ OSMOZ MEMBRANLARININ HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU

Prof. Dr. Gülsen ASMAN

Gazi University, Faculty of Science, Department of Chemistry, 06500, Teknikokullar Ankara

ORCID ID: 0000-0002-9676-6400

Neslihan Sırtlı

Gazi University, Faculty of Science, Department of Chemistry, 06500, Teknikokullar Ankara

ORCID ID:0009-0009-6380-5870

ÖZET

Küresel ısınma, nüfus artışı ve kentleşme gibi faktörler su kaynaklarımız üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır. Su kıtlığının önüne geçmek için atık su geri kazanımı ve iyi nitelikli su elde etme yöntemleri önem kazanmaktadır. Bu amaçla, membranlı prosesler öne çıkan çözümlerden biridir. Bu çalışmada, yeşil polimerler arasında yer alan Etil Selüloz (EC) temel polimer olarak tercih edilmiş, hazırlanan gözenekli membranlar İleri Yönlü Osmoz (FO) prosesine tabi tutularak su geçirgenlikleri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda FO yönteminde kullanıma uygun gözenekli membranlar EC kullanılarak hazırlanabilmektedir. Membranların hazırlanmasında, en uygun çözücü olarak, hacimce 75/25 oranındaki aseton/ etanol-su karışımı belirlenmiştir. EC membranların su geçirgenlikleri manyetit (Mnyt), poli(etilen glikol) PEG-Mnyt, ZnO ve SiO₂ katkıları ile geliştirilerek, EC-PEG, EC-SiO₂, EC-ZnO, EC-PEG+Mnyt, EC-Mnyt kompozit membranlar hazırlanarak, ileri yönlü osmoz işlemine tabi tutularak suya karşı geçirgenlikleri belirlenmiştir. Membranların karakterizasyonunda temas açısı ölçümü kullanılarak membran yüzeylerinin su temas açıları belirlenmiştir. Membran gözeneklilikleri, termal analizleri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda en yüksek su aktarımı EC-PEG-Mnyt kompozit membranlarla elde edilmiş, elde edilen su akısı $1,5 \times 10^{-1}$ kg/m² h olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Etil selüloz, kompozit membran, ileri yönlü osmoz, yeşil proses

GREEN PROCESS, GREEN MEMBRANE; PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF FORWARD OSMOSIS MEMBRANES ABSTRACT

Global warming, population growth, and urbanization exert great pressure on our water resources. To prevent water scarcity, wastewater recovery and methods for obtaining high-quality water have gained significant importance. For this purpose, membrane-based processes have emerged as one of the leading solutions. In this study, Ethyl Cellulose (EC), a green polymer, was selected as the base polymer, and the prepared porous membranes were subjected to the Forward Osmosis (FO) process to investigate their water permeability. As a result, porous membranes suitable for use in the FO process were successfully prepared using EC. During

membrane preparation, the optimal solvent system was determined to be a 75/25 (v/v) mixture of acetone and ethanol–water. The water permeability of EC membranes was enhanced by incorporating magnetite (Mnyt), poly(ethylene glycol) PEG-Mnyt, ZnO, and SiO₂ additives, leading to the preparation of composite membranes such as EC-PEG, EC-SiO₂, EC-ZnO, EC-PEG+Mnyt, and EC-Mnyt. These composite membranes were subjected to forward osmosis to evaluate their water flux performance. The surface hydrophilicity of the membranes was characterized by contact angle measurements, while porosity and thermal analyses were also conducted. As a result of the study, the highest water flux was obtained from the EC-PEG-Mnyt composite membranes, with a measured water flux of $1.5 \times 10^{-1} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$.

Key words: Ethyl cellulose, composite membranes, forward osmosis, green process

1. INTRODUCTION

Drought and the rapid depletion of water resources are emerging as critical issues that will affect billions of people by the middle of this century. The water footprint (WF)—a concept that not only indicates the volume of water used but also specifies the type (green, blue, or gray), as well as when and where it is consumed—serves as an important indicator of freshwater use. It provides quantitative evidence of the alarming limits that global water scarcity may reach (Chapagain, 2017). The increase in WF values, which are measured as the volume of water consumed (evaporated) and/or polluted per unit time, indicates that water demand exceeds the available volume. This trend suggests that a significant portion of the world's population will face even greater water stress in the coming years. Therefore, obtaining freshwater through efficient utilization of water resources and particularly the recovery of high-quality water from wastewater has become increasingly important to meet water demands and prevent potential water shortages.

Wastewater refers to water that has been contaminated or whose characteristics have been partially or completely altered as a result of domestic, agricultural, industrial, medical, or other uses. To enable its reuse, wastewater must undergo a series of treatment processes, the primary objective of which is to convert polluted water into clean and reusable water. In wastewater reclamation, several processes have been employed, including adsorption (Sahnoun and Boutahala, 2018; Banerjee and Chattopadhyaya, 2017; Reck et al., 2018; Bacioiu et al., 2017; Vieira et al., 2018; Aliabadi and Mahmoodi, 2018), photocatalytic methods (Aoudjit et al., 2018; Sebti et al., 2017), electrochemical methods (Zhang et al., 2019), and biological treatment (Albadarin et al., 2017). However, in recent years, membrane processes, which are regarded as

advanced treatment systems, have gained significant importance as alternatives to these conventional methods.

Membrane-based processes are currently employed in numerous applications such as water purification, seawater and brackish water desalination, wastewater reclamation, milk processing, the food industry, gas separation, vapor separation, energy conversion, and energy storage. Among filtration methods (ultrafiltration, microfiltration, and nanofiltration), the most widely used technique in membrane-based purification and recovery systems is reverse osmosis (RO). Fundamentally, RO operates in the opposite direction of natural osmosis and is commonly applied in drinking water production and wastewater recovery. However, for RO to operate efficiently, a high-pressure requirement significantly increases energy consumption, leading to higher operational costs and creating challenges in terms of energy efficiency.

Forward osmosis (FO), which began to be applied in the early 2000s, has emerged as an energy-efficient alternative that overcomes the disadvantages of reverse osmosis. FO can be defined as an environmentally friendly or “green” process that requires no external pressure during operation and provides superior advantages in terms of energy consumption. Figure 1.1 presents schematic diagrams of the FO and RO processes.

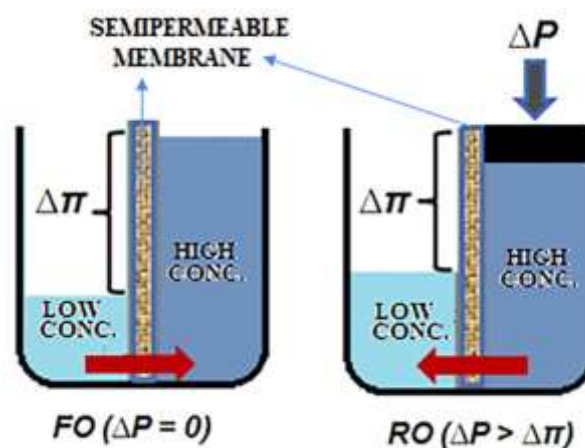


Figure 1.1 Schematic representation of FO and RO

As seen in Figure 1.1, forward osmosis (FO) consists of a system in which two compartments containing aqueous solutions with different solute concentrations are separated by a semi-permeable membrane that allows only water molecules to pass through. The difference in solute concentration drives the diffusion of water across the membrane, which is described as a passive transport process. The direction of water diffusion is from the side with lower solute concentration to the side with higher solute concentration.

Operating at low hydraulic pressure is one of the major advantages of this process. Moreover, FO membranes exhibit higher resistance to fouling, minimizing the compaction of foulants on the membrane surface. The highly concentrated solution is defined as the draw solution (DS). Compounds such as glucose and NH_4HCO_3 (Ng et al., 2006; McCutcheon et al., 2005), highly soluble gases such as CO_2 (McCutcheon et al., 2006), NaCl (Xie et al., 2013; Wang et al., 2011; Liu et al., 2016), poly (acrylic acid) (Ge et al., 2012), KCl , and MgCl_2 (Kwon et al., 2016) are among the commonly used draw solutes. In the present study, a CaCl_2 -based draw solution was selected due to its high solubility and ability to generate high osmotic pressure (Achilli et al., 2010).

In the selection of membranes suitable for FO processes, cellulose acetate and its derivatives are among the most preferred polymers for membrane fabrication due to their high resistance to fouling, low clogging tendency, ease of membrane formation, and environmentally friendly nature (Shaffer et al., 2015; Suwaileh et al., 2020; Vatanpour et al., 2022; Wibisono et al., 2022; Chandran et al., 2022; Jain, Kumar, Verma et al., 2022; Jain et al., 2021; Jain, Kumar, Rajput et al., 2022; Li et al., 2022; Jain et al., 2021). In addition, studies have also reported the use of other polymers such as polybenzimidazole (Wang et al., 2011) and polyethersulfone (Ge et al., 2012). However, the number of studies focusing on alternative membranes and their characterization for FO applications remains limited. The development of membranes with superior physical, chemical, and morphological properties suitable for FO processes is crucial, particularly for achieving high water flux and producing high-quality water.

In this study, it was aimed to fabricate porous membranes with efficient water transport properties using environmentally friendly green polymers for application in the forward osmosis process. Among the green polymers (Banerjee and Chattopadhyaya, 2017; Reck et al., 2018; Bacioiu et al., 2017; Vieira et al., 2018; Aliabadi and Mahmoodi, 2018; Aoudjit et al., 2018; Sebti et al., 2017; Zhang et al., 2019; Albadarin et al., 2017; Ng et al., 2006; McCutcheon et al., 2005), ethyl cellulose (EC), a derivative of cellulose acetate (CA), was selected as the main membrane material due to its high fouling resistance, low clogging tendency, ease of membrane formation, environmental compatibility, natural origin, biodegradability, and eco-friendly characteristics.

To enhance the water transport properties of the membranes, additives such as SiO_2 and ZnO known for their selective interaction with water—were incorporated. Additionally, magnetite (Mnyt) (Fe_3O_4), which has attracted increasing attention in recent years due to its electrical and magnetic properties, low toxicity, and strong adsorption capacity for pollutants in wastewater

(McCutcheon et al., 2006), was employed as an additive to improve the hydrophilicity and selectivity of the membranes toward water.

Four types of composite membranes were prepared: EC–magnetite, EC–PEG–magnetite, EC–SiO₂, and EC–ZnO, along with pristine EC–PEG membranes without additives. The morphology and porosity of the prepared EC–PEG and composite membranes were characterized using Scanning Electron Microscopy (SEM). The chemical structures of the membranes were analyzed by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). Water permeability was evaluated through laboratory-scale forward osmosis experiments. Furthermore, the equilibrium water swelling ratios and porosity percentages were calculated, and the surface–water interactions were investigated by measuring the water contact angles of the membrane surfaces.

2. MATERIAL AND METHODS

Iron (II) sulfate heptahydrate (FeSO₄·7H₂O; 278,02g/mol), Iron (III) chloride (FeCl₃; 162,5 g/mol, extra pure), poly (ethylene glycol) (PEG; 20,000 g /mol), ethyl cellulose (EC; 448.47446 g/mol, 48% of ethoxy content) Sigma-Aldrich products. Sodium hydroxide (NaOH), acetone (C₃H₆O), ethyl alcohol (C₂H₅OH), Calcium chloride (CaCl₂·2H₂O), zinc oxide (ZnO) and silicon dioxide (SiO₂) were all Merck product.

2.1. Magnetite and PEG-Magnetite Synthesis

The magnetite to be added as an additive to the EC-PEG membranes was synthesized as planned according to the following reaction and procedure (Awwad et al., 2012, Ganapathe et al., 2020);

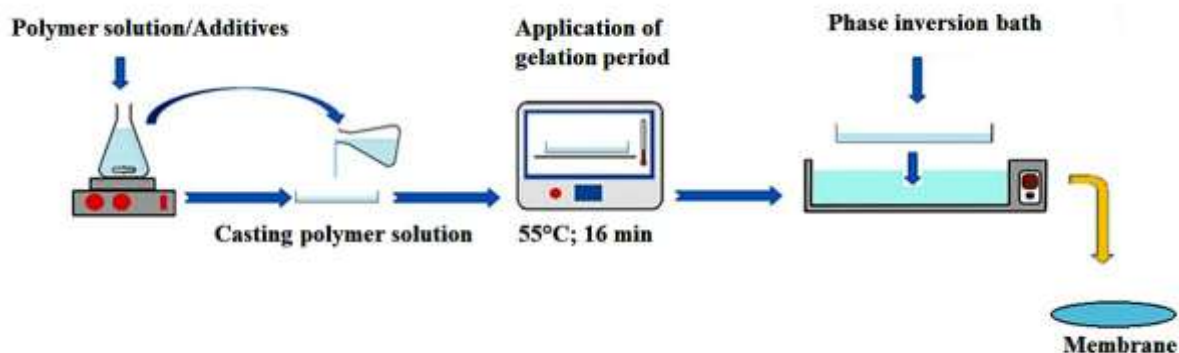


For this aim, 50 mL Fe(I) solution was added to 200 mL Fe(III) and the mixture was heated using BIOSAN, Magnetic Stirrer MSH-300. As the temperature reached to 80°C, 100 mL 1.25 M NaOH was added to the reaction mixture to complete the magnetite synthesis. After the completion of the reaction, Mnyt particles were filtered, washed and removed. To prepare PEG-Mnyt, 0.923 g PEG was added to the initial reaction mixture and the same procedure was followed.

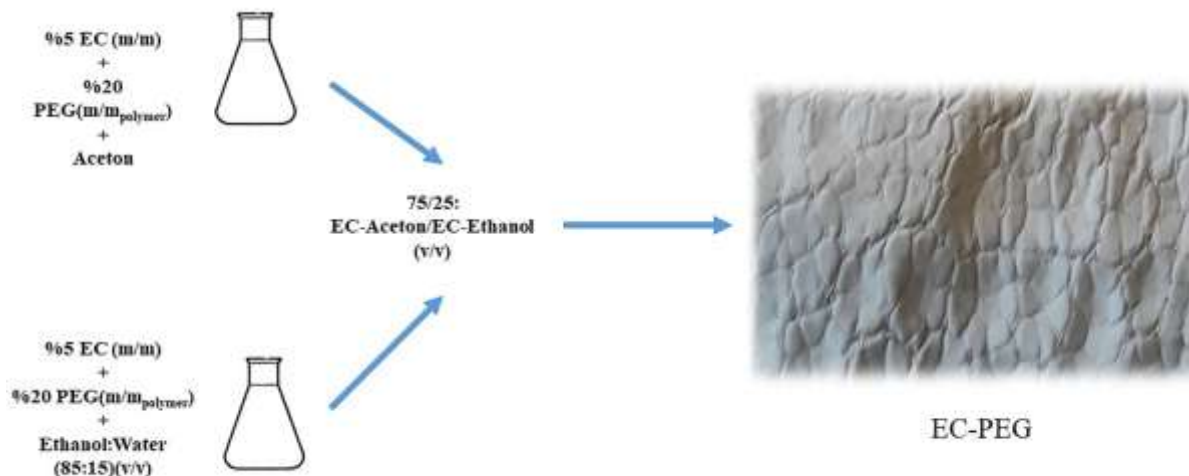
2.2. Membrane Preparation

Membranes were prepared by using two polymer solutions, EC-Acetone and EC-Ethanol. Although the polymers for the preparation of EC-Acetone and EC-Ethanol are the same, acetone and ethanol:water (85:15, v/v) were used as solvents for two polymer solutions, respectively. Both of the solutions having a concentration of 5%EC (m/v) including 20% PEG by m/m_{EC}. After the preparation of the polymer solutions, the casting solution was prepared by

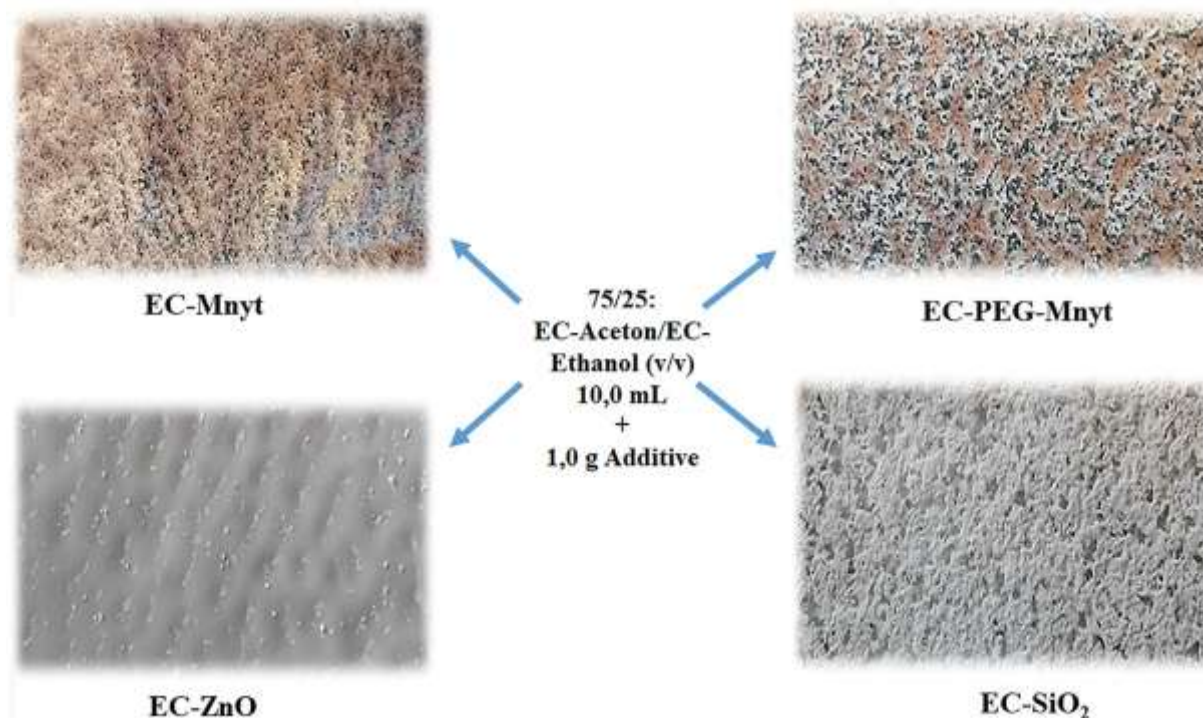
mixing two polymer solutions at a volume ratio of 75/25 (EC-Aceton/EC-Ethanol). A definite volume of the casting solution was placed into a petri dish, and it was applied to a gelation period of 16 minutes at 55°C in an etuve (Memmert). After that, the membranes were inserted into a water bath, to complete the phase conversion. The membranes were then removed. For the preparation of the composite membranes a definite amount of additive (0.1 g) (Mnyt, PEG-Mnyt, ZnO and SiO₂) was added to the casting solution as described above, after that the same drying and gelation period was applied. The composite membranes were called as EC-SiO₂, EC-ZnO, EC-PEG+Mnyt, and EC-Mnyt. EC membrane that does not include any additive was assigned as EC-PEG membrane. The preparation of the membranes was reflected in Scheme 1.1, 1.2 and 1.3.



Scheme 1.1. Schematic diagram of the membrane preparation procedure



Scheme 1.2. Preparation of casting solution for the EC-PEG membranes



Scheme 1.3. Preparation of casting solution for the composite membranes

2.3. Permeation Studies

In the permeation studies two compartment diffusion cell were used in the permeation studies. The prepared membrane was placed into the diffusion cell. One compartment of the cell was filled with a distilled water and into the second compartment a brain solution was transferred from a 100 mL stock solution. 4M CaCl₂.H₂O aqueous solution was used as brain solution and the circulation of the brain was assigned using a peristaltic pump (Masterflex) at a circulation rate of 50 rpm. The change in the mass of the brain solution was followed gravimetrically to determine the amount of water transferred toward the brain solution through the membrane placed in the diffusion cell.



Figure 2.1. FO system (50 rpm; 4.0 M $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

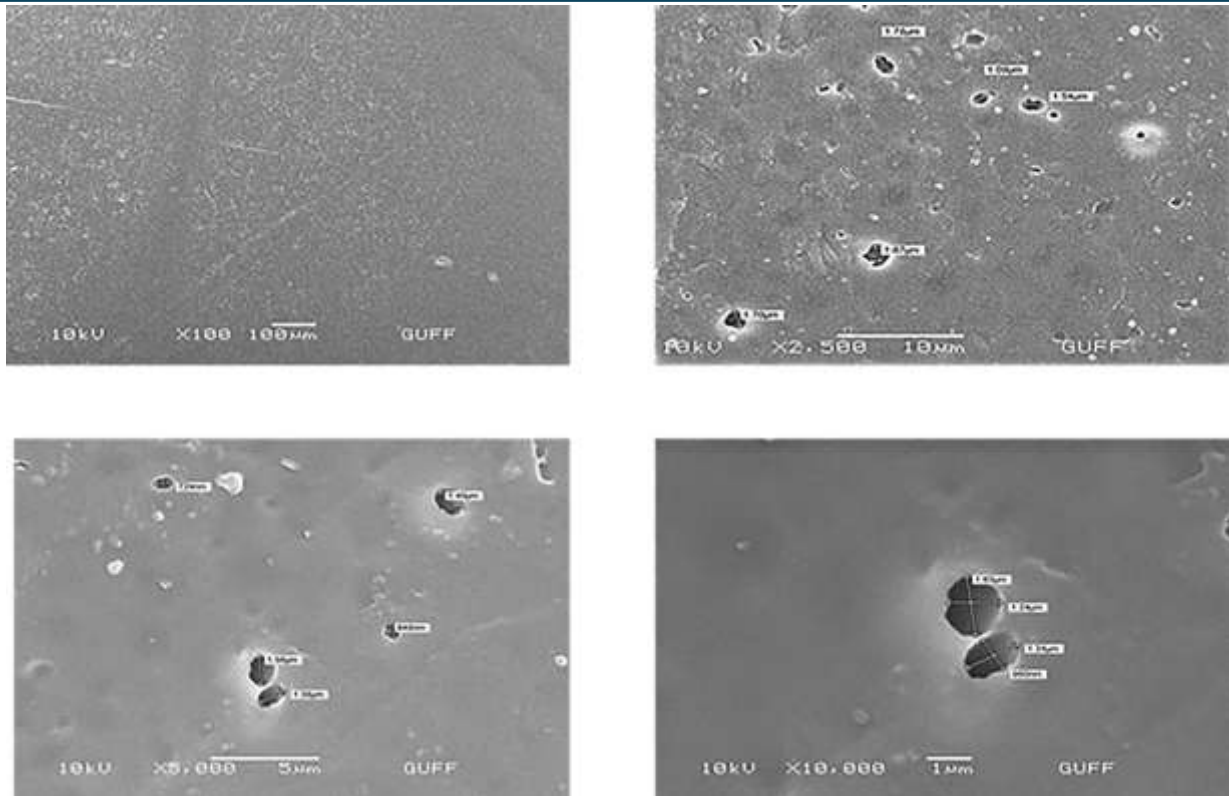
3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Characterization of Membranes

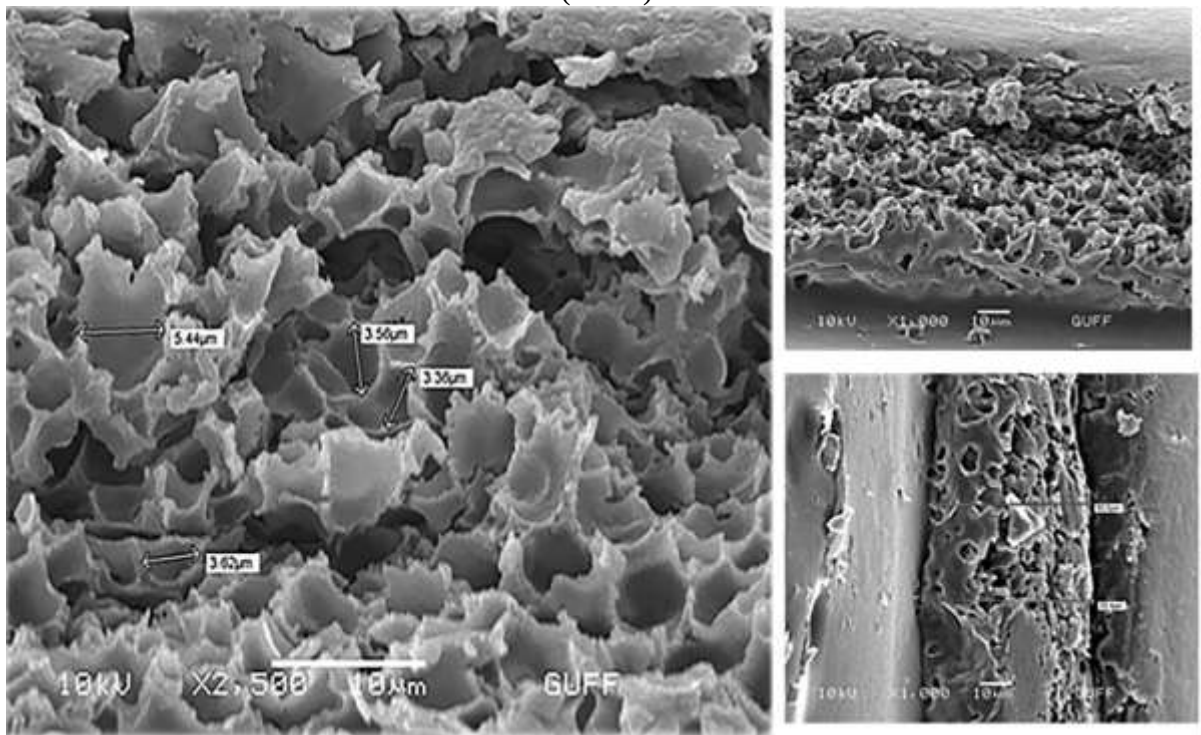
In order to investigate the morphology of the prepared membranes, SEM analysis of the membranes were done by using scanning electron microscope (HITACHI FE-SEM SU8700). The sample surfaces were coated by Pd/Au before the SEM analysis. Figure 3.1 and 3.2 shows the surface and cross-sectional images of EC-PEG membranes.

As seen from the figures, the prepared membranes have porous structure, as aimed for forward osmosis studies. From the images microporous structure of the membranes were also clearly seen. Additionally, from the cross-sectional view of the membranes the membranes have spongy porous structure, which leads to the membranes physical resistance during the permeations.

The morphology of the prepared EC-PEG-Mnyt, EC-Mnyt, Ec-SiO₂, EC-ZnO and EC-PEG membranes were also investigated by SEM analyses at a magnification of x1000 and x3000 were reflected in Figure 3.3. As it is clearly seen that they both have porous structure.



Şekil 3.1 SEM surface images of EC-PEG membranes at 100, 2500, 5000 and 10000 magnifications (10 Kv)



Şekil 3.2. Cross-sectional SEM images of EC-PEG membranes x2500 and x1000 (10 Kv)

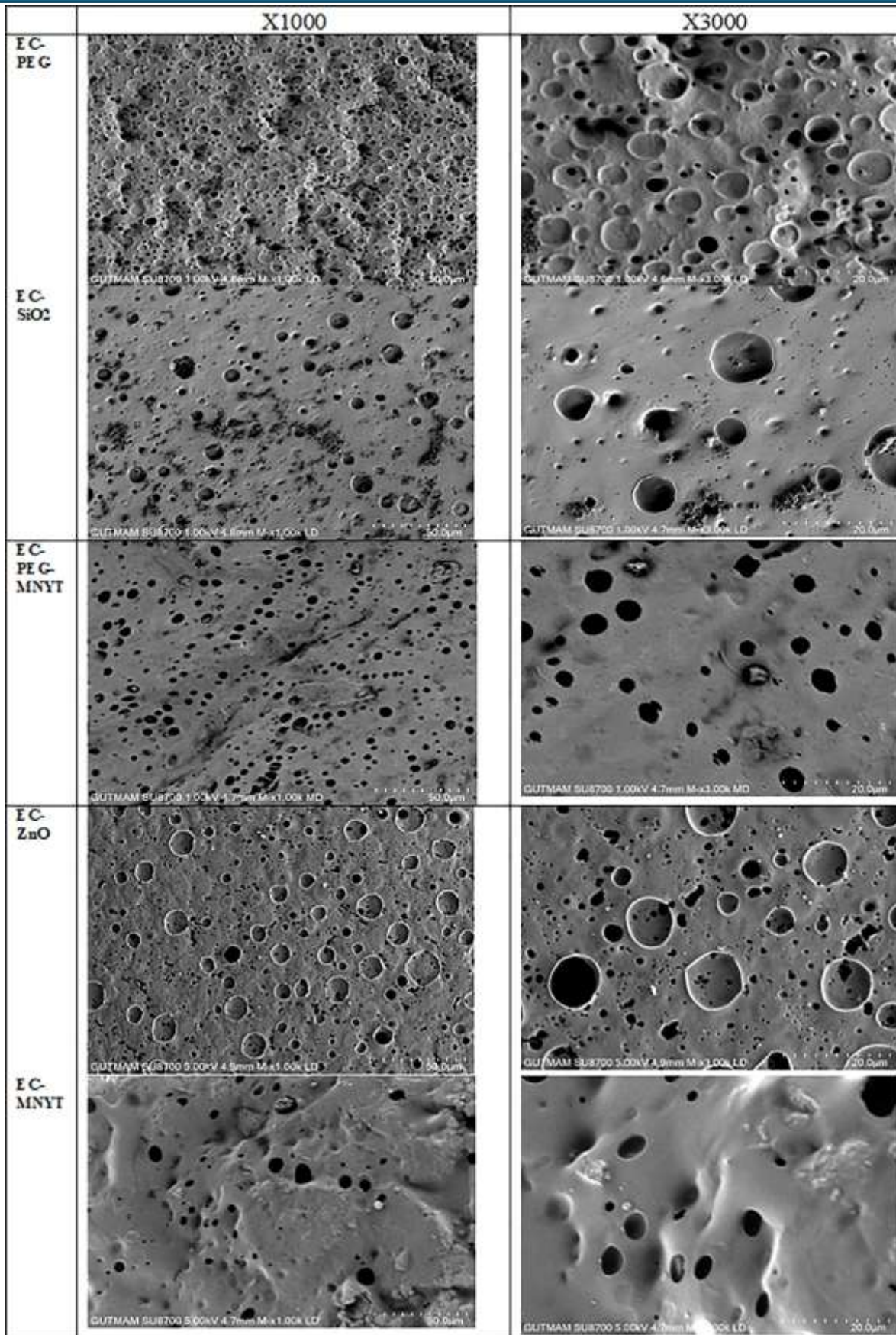


Figure 3.3. Surface SEM images of the EC-PEG-Mnyt, EC-Mnyt, Ec-SiO₂, EC-ZnO and EC-PEG x1000 and 3000 magnifications.

FTIR analysis were performed in order to investigate the chemical structure of the EC membranes and given in Figure 3.4. Fourier Infrared Spectroscopy, Thermo Scientific Nicolet IS5, was used in the analysis. From these analysis, by indicating the characteristic absorbance bands, it was determined that the integration of the additives into the EC membranes does not effect the chemical composition of the polymeric material. There occurs only a physical dopping with the additives.

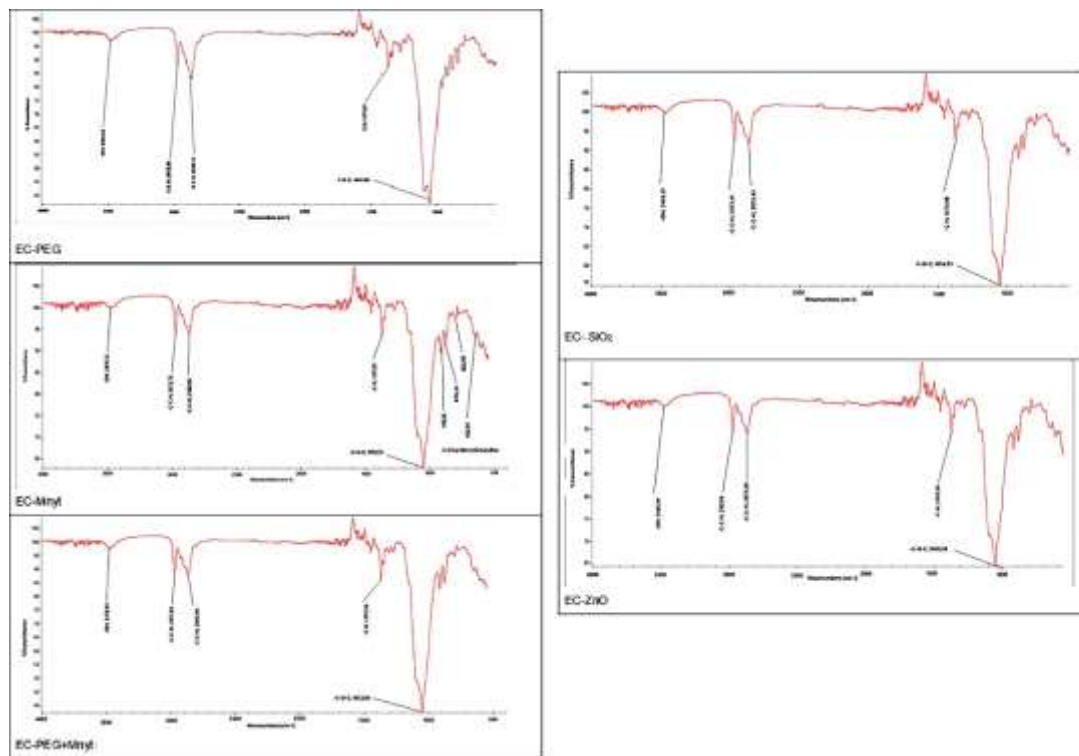


Figure 3.4. FTIR analysis of the EC-PEG-Mnyt, EC-Mnyt, Ec-SiO₂, EC-ZnO and EC-PEG membranes.

3.2. Water Permeation Performances

The membranes prepared by this study were placed in the diffusion cell and the permeation studies were done by using FO system. The permeated amount of water was determined from the difference in the mass of the brain solution that thoroughly circulated on the surface of the membranes. The results obtained by this studies were reflected in Figure 3.5 as the amount of water (kg) permeated per unit area (m²) per unit time(h), that is namely called as flux.

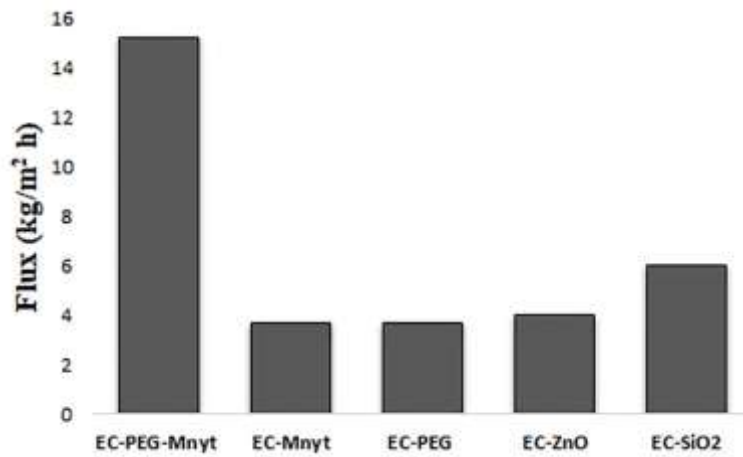


Figure 3.5. Water flux obtained for EC-PEG-Mnyt, EC-Mnyt, Ec-SiO₂, EC-ZnO and EC-PEG membranes obtained in FO studies.

As seen from the figure, the greater permeation for water was obtained with EC-PEG-Mnyt membrane. In order to get an idea about the porosities of the membranes, the porosity percentages (%ε) of the membranes were calculated by using Eq.1-4 (Zu et al., 2012, Liu et al., 2009). In order to calculate the porosities of the membranes 50 mL pycnometers were used and the porosities were calculated using gravimetric analysis. The results were given in Table 3.1.

$$V_g = 50 - \left(\frac{W_2 - W_1 - 1}{\rho_h} \right) \quad (1)$$

$$\rho_g = \frac{1}{V_g} \quad (2)$$

$$V_p = \frac{W_2 - W_3 - 1}{\rho_h} \quad (3)$$

$$\% \varepsilon = \frac{V_p}{V_p + V_g} \times 100\% \quad (4)$$

Where, ε is the porosity,

W₁, empty weight

W₂ weight of the pycnometer including a definite quantity of the hydrogel and inert solvent

W₃ weight of the pycnometer after the removal of hydrogel

ρ_p and ρ_g are the densities of the solvent and gel, respectively. %ε is the porosity percentage.

Table 3.1. Porosity percentages of the EC-PEG-Mnyt, EC-Mnyt, Ec-SiO₂, EC-ZnO and EC-PEG membranes.

Membrane	%ε
EC-SiO ₂	18.84
EC-ZnO	6.46
EC-Mnyt	20.15

EC-PEG+Mnyt	25.50
EC-PEG	38.93

Table 3.1 reports the greater porosity for EC-PEG membranes, and nearly close values were obtained for EC-Mnyt and EC-PEG-Mnyt membranes, although the greater permeation was obtained with EC-PEG-Mnyt membranes. The comparison of the water flux values of the composite membranes with respect to their porosities were reflected in Figure 3.6.

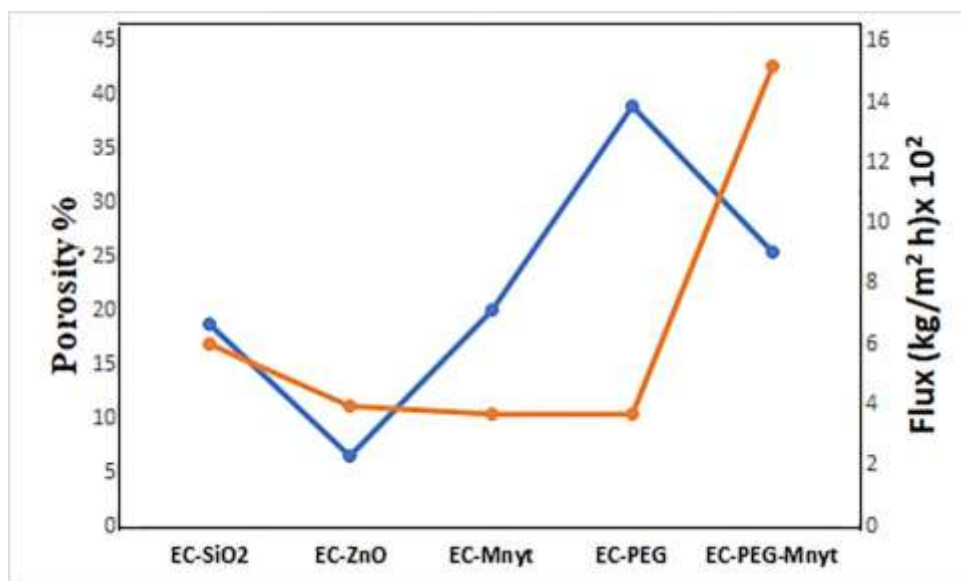


Figure 3.6. Comparison of the water flux of the composite membranes with respect to their porosities.

In order to deeply explain the water -membrane interactions, surface-water contact angles of the prepared membranes were also determined. In these determinations Phonix-X contact angle meter was used and the reported angle values were obtained from the averages of at least five measurements. The results were shown in Table 3.2.

Table 3.2. Contact angles of the EC-PEG-Mnyt, EC-Mnyt, Ec-SiO₂, EC-ZnO and EC-PEG membranes.

Membrane	Contact Angle°	
EC-SiO ₂	38.883±1.0	
EC-ZnO	65.840±1.0	
EC-Mnyt	55.940±2.0	
EC-PEG-Mnyt	52.892±1.0	
EC-PEG	45.464±2.0	

When the obtained results were examined, it was determined that the lowest contact angle was seen with the EC-PEG membranes, while the highest was observed with the EC-ZnO membranes. The decrease in contact angle value is an indicator of stronger interaction between the liquid and the surface. However, in the case of a porous surface, the contact of the liquid droplet with the pore walls may lead to greater spreading of the liquid along the pores through its interaction with the membrane material. Therefore, in porous materials, the interpretation of contact angle values should be carried out together with the porosity characteristics of the material. Although ZnO possesses the ability to interact with water molecules through hydrogen bonding, the relatively high contact angle obtained for the EC-ZnO membranes can be attributed to their lower porosity percentage.

In contrast, the lower contact angle observed for the EC-SiO₂ membranes, which exhibit higher porosity compared to the EC-ZnO membranes, can be explained by the hygroscopic nature of SiO₂. This property enhances the surface affinity of the membrane toward water, thereby supporting the lower contact angle values observed. Regarding the EC-Mnyt and EC-PEG-Mnyt membranes, the calculated porosity values for both composite membranes were found to be lower than that of the EC-PEG membrane. This difference can be ascribed to the hydrophilic and pore-forming nature of PEG. The relatively high contact angles obtained for the EC-Mnyt and EC-PEG-Mnyt membranes indicate that their surfaces exhibit weaker affinity toward water compared to the other membranes prepared in this study. This observation suggests that the diamagnetic nature of water, combined with the presence of Mnyt, reduces the interaction

between water molecules and the membrane surface, thereby facilitating the transport of water molecules to the opposite side of the membrane.

It is noteworthy that a membrane surface that does not strongly retain water molecules is advantageous for the FO process. Excessive membrane–water interaction may lead to swelling and hinder the free transport of water across the membrane. Therefore, in FO systems, an ideal membrane should display a controlled affinity toward water without engaging in strong direct interactions.

Since the most suitable membrane for the water permeation with FO process was determined as EC-PEG+MNYT, DSC analysis of these membranes was also performed by using Hitachi 7020 thermogravimetric instrument and compared with respect to EC-PEG membranes. The results were seen in Figure 3.7.

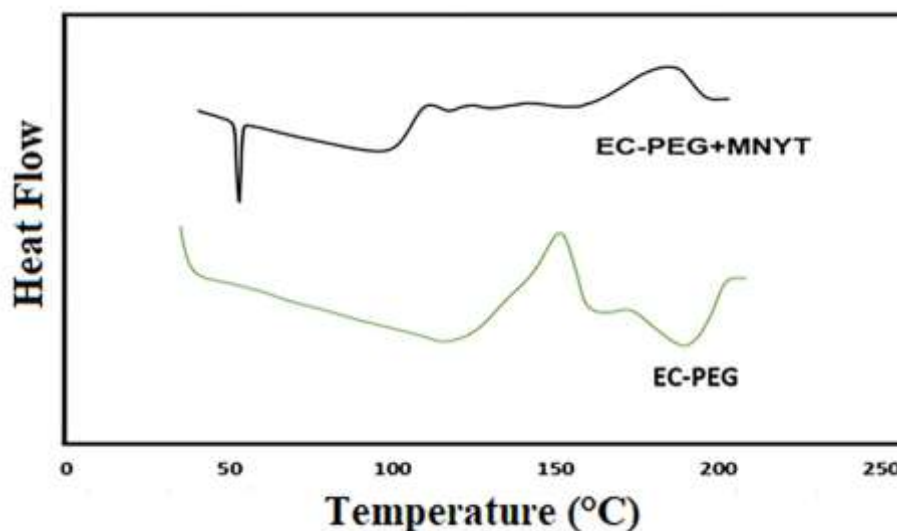


Figure 3.7. DSC analysis of EC-PEG and EC-PEG-Mnyt membranes.

The thermograms presented in Figure 3.7 indicate that the temperatures corresponding to the glass transition ($T_g = 102.5\text{ °C}$) and melting point (175.5 °C) of EC-PEG increase in the DSC thermogram of the EC-PEG+MNYT membrane. This behavior can be attributed to the more orderly arrangement of the metal oxide particles within the polymer chains. (Davidovich, 2014, Pineda and Hechenleitner, 2004).

EC-PEG-Mnyt membranes were attributed as the more suitable membrane among the membranes prepared by the study.

4. CONCLUSION

The studies have shown that the membranes specifically prepared for this work possess a promising potential for forward osmosis (FO) applications, and porous membranes suitable for

use in the FO process could be prepared using EC. The water permeability of EC membranes could be enhanced with the addition of Mnyt, PEG-Mnyt, ZnO, and SiO₂. Among the prepared membranes EC-PEG, EC-Magnetite, EC-SiO₂, EC-ZnO, and EC-PEG-Mnyt the highest performance was achieved with the EC-PEG-Mnyt composite membranes. This study provides an alternative for the use of green and sustainable materials in forward osmosis membrane technology and will serve as a basis for future research.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the TÜBİTAK-2209-A Undergraduate Research Projects Funding Program. Project Title: Green Process, Green Membrane; Preparation and Characterization of Forward Osmosis Membranes, Project No: 1919B012313238.

REFERENCES

- Chapagain, A.K. (2017) Water Footprint: State of the Art: What, Why and How?. Encyclopedia of Sustainable Technologies, 153-163.
- Sahnoun, S., Boutahala, M., (2018), Adsorption removal of tartrazine by chitosan polyaniline composite kinetics and equilibrium studies, International Journal of Biological Macromolecules, 114, 1345-1353.
- Banerjee, S., Chattopadhyaya, M. C., (2017), Adsorption characteristics for the removal of a toxic dye, tartrazine from aqueous solutions by a low cost agricultural by-product, Arabian Journal of Chemistry, 10, 1629-1638.
- Reck, I. M., Paixão, R. M., Bergamasco, R., Vieira, M. F., Vieira, A. M. S., (2018), Removal of tartrazine from aqueous solutions using adsorbents based on activated carbon and Moringa oleifera seeds, Journal of Cleaner Production, 171, 85-97.
- Bacoiu, I. G., Stoica, L., Constantin, C., Stanescu, A. M., (2017), Removal of tartrazine from aqueous solution by adsorption on activated red mud, Water, Air, Soil Pollution, 228-298.
- Vieira, M. L., Martinez, M. S., Santos, G. B., Dotto, G. L., Pinto, L. A., (2018), Azo dyes adsorption in fixed bed column packed with different deacetylation degrees chitosan coated glass beads, Journal of Environmental Chemical Engineering, 6, 3233-3241.
- Aliabadi, R. S., Mahmoodi, N. O., (2018), Synthesis and characterization of polypyrrole, polyaniline nanoparticles and their nanocomposite for removal of azo dyes sunset yellow and Congo red, Journal of Cleaner Production, 179, 235-245.
- Aoudjit, L., Martins, P. M., Madjene, F., Petrovykh, D. Y., Lanceros-Mendez, S., (2018), Photocatalytic reusable membranes for the effective degradation of tartrazine with a solar photoreactor, Journal of hazardous materials, 344, 408-416.
- Sebti, A., Souahi, F., Mohellebi, F., Igoud, S., (2017), Experimental study and artificial neural network modeling of tartrazine removal by photocatalytic process under solar light, Water Science and Technology, 76, 311-322.
- Zhang, C., Ren, G., Wang, W., Yu, X., Yu, F., Zhang, Q., Zhou, M., (2019), A new type of continuous flow heterogeneous electro fenton reactor for tartrazine degradation, Separation and Purification Technology, 208, 76-82.
- Albadarin, A. B., Charara, M., Tarboush, B. J. A., Ahmad, M. N. M., Kurniawan, T. A., Naushad, M., Mangwandi, C., (2017), Mechanism analysis of tartrazine biosorption onto masau stones a low cost by product from semi-arid regions, Journal of Molecular Liquids, 242, 478-483.
- Ng, HY, Tang, W.L., Wong, W.S., (2006), Performance of forward osmosis process membrane structure and transport phenomenon, Environmental Science and Technology ,40, 2408-2413.
- McCutcheon, J.R, McGinnis, R.L., Elimelech, M, (2005), A novel ammonia carbon dioxide forward osmosis desalination process, Desalination, 174, 1-11.

- McCutcheon, J.R., McGinnis, R.L., Elimelech, M., (2006), Desalination by ammonia carbon dioxide forward osmosis Influence of draw and feed solution concentrations on process performance, *Journal of Membrane Science* 278, 114-123.
- Xie, M., Nghiem, L.D., Price, W.E., Elimelech, M., (2013), Forward Osmosis Membrane Distillation Hybrid Process for Direct Sewer Mining System Performance and Limitations, *Environmental Science and Technology*, 47,13486-13493.
- Wang, K.Y., Teoh, M.M., Nugroho, A., Chung, T.S., (2011), Integrated forward osmosis membrane distillation hybrid system for the concentration of protein solutions, *Chemical Engineering Science*, 66, 2421–2430.
- Liu, Q., Liu, C., Zhao, L., Ma, W., Liu, H., Ma, J., (2016), Integrated forward osmosis membrane distillation process for human urine treatment, *Water Research*, 91, 45-54.
- Ge, Q., Wang, P., Wan, C., Chung, T.-S., (2012), Polyelectrolyte Promoted Forward Osmosis Membrane Distillation Hybrid Process for Dye Wastewater Treatment, *Environmental Science and Technology*, 46, 6236-6243.
- Kwon, Y.N., Kim, M.J., Lee, Y.T., (2016), Application of a FO MD combined system for the desalination of saline solution, *Desalination and Water Treatment*, 57,14347-14354.
- Achilli A., Cath TY., Childress AE. (2010) Selection of inorganic-based draw solutions for forward osmosis applications, *Journal of Membrane Science*, 36, 233-241.
- Shaffer, D.L. Werber, J.R. Jaramillo, H. Lin, S. Elimelech, M., (2015), Forward osmosis Where are we now? *Desalination*, 356, 271–284.
- Suwaileh, W. Pathak, N. Shon, H. Hilal, N., (2020), Forward osmosis membranes and processes a comprehensive review of research trends and future outlook, *Desalination*, 485, 114455.
- Vatanpour, V., Paşaoğlu, M.E., Barzegar, H., Teber, O.O., Kaya, R., Bastug, M., Khataee, A., Koyuncu, İ., (2022), Cellulose acetate in fabrication of polymeric membranes a review, *Chemosphere*, 295, 133914.
- Wibisono, Y., Noviani, V., Ramadhani, A.T., Devianto, L.A., Sulianto, A.A., (2022), Eco friendly forward osmosis membrane manufacturing using dihydrolevoglucosenone, *Results Eng*, 16, 100712.
- Chandran, A.M., Tayal, E., Mural, P.K.S., (2022), Polycaprolactone blended cellulose acetate thin film composite membrane for dairy waste treatment using forward osmosis, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 29, 86418–86426.
- Jain, H., Kumar, A., Verma, A.K., Wadhwa, S., Rajput, V.D., Minkina, T., Garg, M.C., (2022), Treatment of textile industry waste water by using high performance forward osmosis membrane tailored with alpha manganese dioxide nanoparticles for fertigation, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 29, 80032–80043.
- Jain, H., Verma, A.K., Dhupper, R., Wadhwa, S., Garg, M.C., (2021), Development of CA TiO₂ incorporated thin film nanocomposite forward osmosis membrane for enhanced water flux and salt rejection, *Int. J. Environ. Sci. Technol*, 19, 5387–5400.
- Jain, H., Kumar, A., Rajput, V.D., Minkina, T., Verma, A.K., Wadhwa, S., Dhupper, R., Garg, M.C., Joshi, H., (2022), Fabrication and characterization of high-performance forward osmosis membrane by introducing manganese oxide incited graphene quantum dots, *J. Environ. Manag*, 305, 114335.
- Li, T., Cheng, C., Zhang, K., Yang, J., Han, G., Wang, X., Wang, Z., Wang, L., (2022), UiO 66 NH₂ nanocomposites incorporated cellulose acetate for forward osmosis membranes of high desalination performance, *Environ. Technol*, 2099306.
- Jain, H., Dhupper, R., Verma, A.K., Garg, M.C., (2021), Development of titanium dioxide incorporated ultra thin cellulose acetate membrane for enhanced forward osmosis performance, *Nanotechnol. Environ. Eng.*, 6, 67.
- Zu, Y., Zhang, Y., Zhao, X., Shan, C., Zu, S., Wang, K., Li, Y., Ge, Y., (2012), Preparation and characterization of chitosan–polyvinyl alcohol blend hydrogels for the controlled release of nano-insulin, *International Journal of Biological Macromolecules* 50 (1) 82– 87.
- Liu, C., Wei, N., Wang, S., Xu, Y., (2009) Preparation and characterization superporous hydroxypropyl methylcellulose gel beads, *Carbohydrate Polymers*, 78, 1-4.
- Awwad, A.M., Nidá, M., Salem, A., (2012), Green and facile approach for synthesis of magnetite nanoparticles, *nanoscience and nanotechnology*, 2, 208-213.



Ganapathe, L.S., Mohamed, M.A., Yunus, R.M., Berhanuddin, D.D., (2020), Magnetite (Fe_3O_4) nanoparticles in biomedical application from synthesis to surface functionalisation, magnetochemistry, 6, 68-103.

Davidovich, P., Barbut, M., Marangoni, S.A., (2014), Physical Structure and Thermal Behavior of Ethylcellulose Cellulose, 21, 3243–3255.

Pineda, A., Hechenleitner, A., (2004), Characterization of Ethylcellulose Films Containing Natural Polysaccharides by Thermal Analysis and FTIR Spectroscopy, Acta Farm. Bonaerense, 23, 53–57.

GÜMÜŞHANE ve BAYBURT İLLERİNDEKİ HİDROELEKTRİK SANTRALLER ve BALIK GEÇİTLERİNE YÖNELİK TOPLUMSAL FARKINDALIK ANALİZİ

PhD. Student, Ahmet Emir KÖSE

Gumushane University, Faculty of Engineering and Natural Science, Department of Civil Engineering, 29100 Gumushane, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-3890-5721

Prof. Dr. Salim Serkan NAS

Gumushane University, Faculty of Engineering and Natural Science, Department of Civil Engineering, 29100 Gumushane, Turkey

ORCID: 0000-0001-9054-4674

ÖZET

Hidroelektrik santraller, yenilenebilir enerji üretiminde önemli bir rol üstlenirken, nehir ekosistemlerinde balıkların doğal göç yollarını kesintiye uğratabilmektedir. Bu durum, özellikle üreme ve beslenme döngülerinde göç eden türler için ciddi ekolojik sorunlara yol açmaktadır. Söz konusu olumsuz etkileri azaltmak amacıyla balık geçitleri, santral yapılarında tamamlayıcı hidrolik unsurlar olarak kullanılmaktadır. Havuzlu, yarıklı, Denil tipi veya balık asansörleri gibi farklı tasarımlar, türlerin yüzme performansı, hidrolik koşullar ve yükseklik farkı gibi faktörler dikkate alınarak geliştirilmiştir. Dolayısıyla, hidroelektrik üretimi ile ekosistem sürekliliği arasındaki denge, balık geçitlerinin etkinliğiyle doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, balık geçitlerinin mühendislik çözümleri kadar toplumsal farkındalığa dayalı uygulamaları da ekolojik sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, hidroelektrik santrallerin (HES) ve özellikle balık geçitlerinin toplumsal algısını değerlendirmek amacıyla yöre halkı ve akademisyenler üzerinde yürütülen anket sonuçlarını içermektedir. Çalışmanın temel hedefi, toplumun enerji üretimi, çevresel etkiler ve ekosistem bütünlüğü hakkındaki bilgi düzeyini ölçmek, eksik ve yanlış bilgileri ortaya çıkararak bu alanlarda bilinçlendirmeyi sağlamaktır. Katılımcıların demografik özellikleri incelendiğinde çoğunluğun 23–31 yaş aralığında ve fakülte mezunu olduğu, meslek dağılımında ise “diğer” grubunun öne çıktığı belirlenmiştir. Anket sonuçlarına göre, hidroelektrik ve güneş enerjisi en çok bilinen enerji kaynakları iken biyokütle enerjisi hakkında bilgi düzeyi oldukça düşüktür. Katılımcıların beşte üçü hidrolik enerjiyi tanımlayabildiğini ifade etmiş, yarısı daha önce HES görmediğini belirtmiştir. HES görenlerin büyük kısmı Karadeniz Bölgesi’ndeki tesisleri işaret etmiştir. Bulgular, katılımcıların önemli bir kısmının hidroelektrik tesislerin proje elemanları, nehir tipi HES’ler ve bölgesel HES sayıları hakkında yetersiz bilgiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca katılımcıların çoğunluğu, HES’lerin inşaat ve işletme süreçlerinin sucul yaşamı olumsuz etkilediğini düşünmektedir. Balık geçitleri özelinde bilgi eksikliği dikkat çekicidir; çoğu katılımcı balık geçitlerinin varlığından habersizdir, farklı tiplerini bilmemektedir ve

işlevsellikleri konusunda görüş beyan edememektedir. En sık dile getirilen sorun, balık geçitlerinin girişlerinin doğal malzemelerle tıkanmasıdır. Çözüm önerileri arasında periyodik bakım ve onarım çalışmaları ön plana çıkmıştır. Sonuç olarak, çalışma HES ve balık geçitleri konusunda toplumsal bilincin sınırlı olduğunu ve bilinçlendirme faaliyetlerinin özellikle görsel materyaller ve basın-yayın yoluyla güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Balık geçidi, Çevresel etki, Hidroelektrik santral, Toplumsal bilinç

**A SOCIAL AWARENESS ANALYSIS OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS
AND FISH PASSAGES IN THE PROVINCES OF GÜMÜŞHANE AND BAYBURT
ABSTRACT**

Hydroelectric power plants play a significant role in renewable energy production; however, they can disrupt the natural migration routes of fish within river ecosystems. This disruption poses serious ecological challenges, particularly for species that migrate during their reproductive and feeding cycles. To mitigate such negative impacts, fish passages have been integrated into hydropower structures as complementary hydraulic elements. Various designs-such as pool-type, vertical slot, Denil-type and fish lifts-have been developed, taking into account species' swimming performance, hydraulic conditions and elevation differences. Hence, the balance between hydropower generation and ecosystem continuity is closely linked to the effectiveness of fish passages. In this context, not only the engineering solutions but also the socially driven applications of fish passages are of critical importance for ecological sustainability. This study presents the findings of a survey conducted among local residents and academics to assess societal perceptions of hydroelectric power plants (HPPs) and in particular, fish passages. The primary objective is to evaluate the public's knowledge regarding energy production, environmental impacts and ecosystem integrity, to identify misconceptions and to promote awareness in these areas. Analysis of demographic characteristics revealed that most respondents were between the ages of 23 and 31, held university degrees and that the "other" category was predominant in terms of occupational distribution. According to the survey results, hydropower and solar energy were the most recognized energy sources, whereas awareness of biomass energy was considerably low. Three out of five participants reported that they could define hydropower, while half stated that they had never seen an HPP. Among those who had, most referred to facilities located in the Black Sea Region. The findings indicate that a substantial proportion of participants lacked sufficient knowledge about project components, run-of-river HPPs and the regional distribution of plants. Furthermore, the majority believed that the construction and operation of HPPs negatively affect aquatic life. Knowledge gaps regarding fish passages were particularly notable; most participants were unaware of their

existence, unfamiliar with their various types and unable to comment on their functionality. The most frequently cited issue was the blockage of fish passage entrances by natural materials, with periodic maintenance and repair works emerging as key solution proposals. In conclusion, the study demonstrates that societal awareness of HPPs and fish passages remains limited and highlights the necessity of strengthening awareness-raising activities, particularly through visual materials and mass media.

Keywords: Fish passage, Environmental impact, Hydroelectric power plant, Public awareness

1. INTRODUCTION

Throughout human history, energy has been indispensable, representing one of the most vital and essential needs of societies. Today, per capita energy consumption is also regarded as an indicator of development. In the contemporary era, driven by advancing technology and increasing population, the demand for energy continues to rise. Consequently, ensuring the availability and sustainability of energy has become one of the most critical global challenges. Energy is defined as the capacity to perform work and constitutes a fundamental component of the economy. For sustainable development to be achieved, access to adequate, affordable, reliable and high-quality energy is essential (Ari, 2007; Bayrak and Esen, 2014; Koc and Kaya, 2015).

In addition to its indispensability in daily life, energy has become one of the most influential factors in economic development since the late 20th century. Owing to this characteristic, energy constitutes a strategic resource for every nation and in particular, serves as a fundamental instrument for the development of emerging economies. However, the rising demand for energy has increasingly surpassed supply, thereby generating critical challenges. Anticipating the severe consequences of this issue in the future, countries have turned toward exploring alternative energy sources. As a result, energy has gained an international dimension. In the coming years, both the social and economic development of nations will continue to rely heavily on energy (Bayrak and Esen, 2014; Alper, 2018; Ozaslan, 2020).

Classification of Energy Sources

Energy sources can be classified based on storability, renewability, physical state, convertibility, solar origin and usability. Furthermore, they may also be categorized according to their renewability and usability (Karaosmanoglu, 2004; Yigit, 2017; Koc et al., 2018).

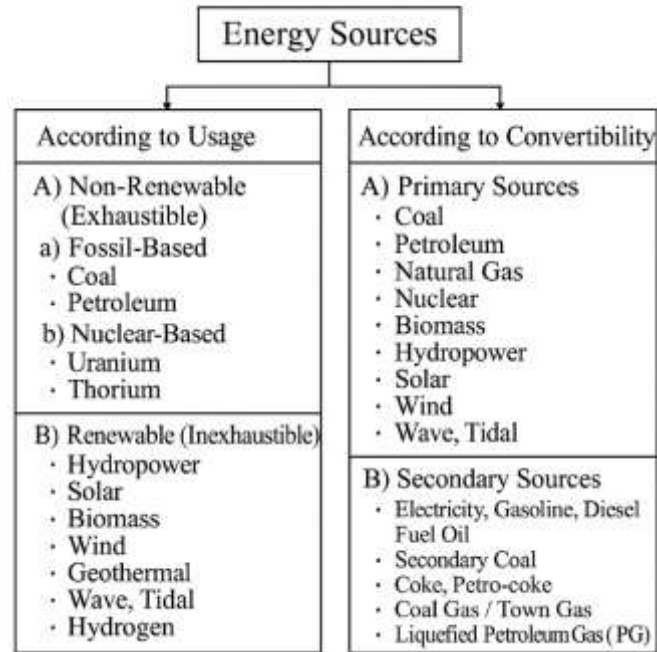


Figure 1. Classification of Energy Sources (Koc and Senel, 2013).

Energy Sources by Utilization

Non-Renewable (Exhaustible) Energy Sources: These include resources whose potential may be depleted, such as petroleum, nuclear, coal, natural gas and uranium (Yigit, 2017; Koc et al., 2018; Ergin, 2020).

Renewable (Inexhaustible) Energy Sources: These refer to energy resources whose potential does not diminish, such as wind, biomass, solar and hydropower (including hydraulic and marine energy) (Yigit, 2017; Koc et al., 2018; Ergin, 2020).

Hydroelectric Energy

Hydroelectric energy is generated from water. The water in seas, oceans, lakes, streams or rivers evaporates under solar radiation. Following evaporation, condensed water droplets feed the rivers. Since this cycle ensures the continuity of water, hydroelectric power is considered a renewable energy source (Ceylan, 2015; Oral et al., 2017; Yaman et al., 2019).

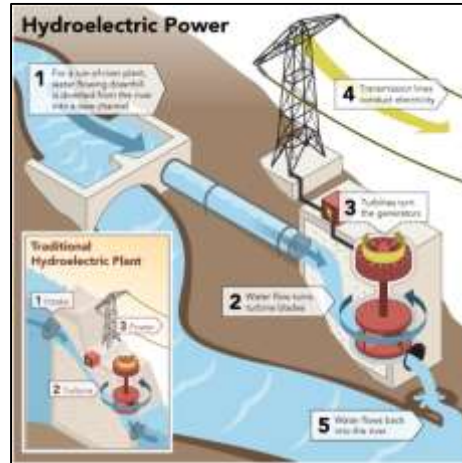


Figure 2. Hydroelectric Energy (Unal, 2014).

The utilization of rivers as a major energy source dates back to ancient times. Initially, humans harnessed the power of water to operate water wheels and employed the energy obtained for purposes such as wood cutting, textile weaving, grain milling and extracting vegetable oils. During the Medieval and Early Modern periods, river valleys were often chosen as settlement areas to facilitate these activities. Although coal replaced hydraulic energy during the Industrial Revolution, the discovery of the dynamo and turbine restored the importance of water power, leading to a renewed increase in energy production (Ozdemir et al., 2011; Sahin, 2012).

Hydroelectric Power Plants

Water energy manifests as potential energy in natural lakes or in reservoirs formed by dams and as kinetic energy in rivers, tidal straits or seas with tidal fluctuations. Water stored behind dam structures possesses potential energy proportional to its elevation when at rest. As the stored water moves through tunnels or penstocks toward the turbine wheel, its velocity transforms this potential into kinetic energy (Tekin et al., 2016; Oral et al., 2017; Kenet, 2020; Aygun and Avci, 2020).

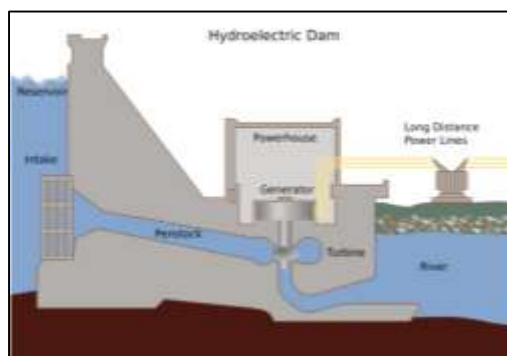


Figure 3. Main Components of a Hydroelectric Power Plant (Unal, 2014).

The kinetic energy of water rotates the water wheels in hydroelectric plants in a specific manner, thereby generating mechanical energy in the turbine shaft. This mechanical energy drives the generator rotor, which in turn induces electrical energy in the generator stator windings (Sekkeli and Kececioğlu, 2011; Tekin et al., 2016; Oral et al., 2017; Aygun and Avci, 2020).

Fish Passages

Fish passages are defined as hydraulic structures designed to prevent natural or artificial barriers in rivers from disrupting the migratory routes of fish. These structures enable fish to continue their natural migrations both upstream and downstream. Typically consisting of sloped channels divided by weirs, baffles, partitions or vanes, fish passages facilitate the movement of fish toward the passage once opened. The internal components of these channels operate hydraulically in coordination to ensure suitable flow conditions, thereby allowing fish to overcome obstacles. Various types of fish passages have been developed in the literature, classified primarily according to the arrangement of channel structures (Boiten, 2002).

Types of Fish Passages

Fish passages are technically examined under six categories:

- a) Pool-type passages
- b) Slot passages
- c) Denil passages
- d) Eel ladders
- e) Fish locks
- f) Fish lifts (Tufek, 2009; Ekren, 2015; Mese, 2019).

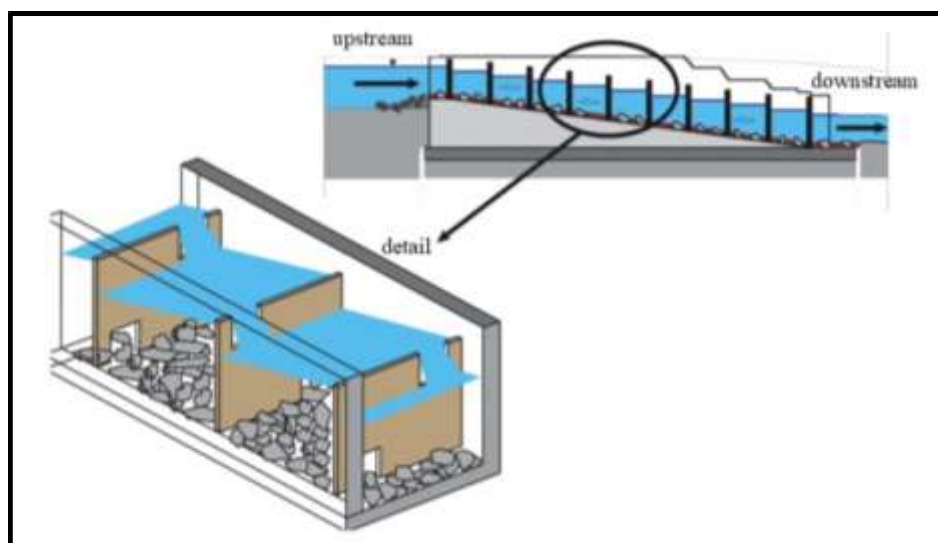


Figure 4. Pool-Type Passage (Jens, 1982; Tufek, 2009; Ucuncu and Altindag, 2012).

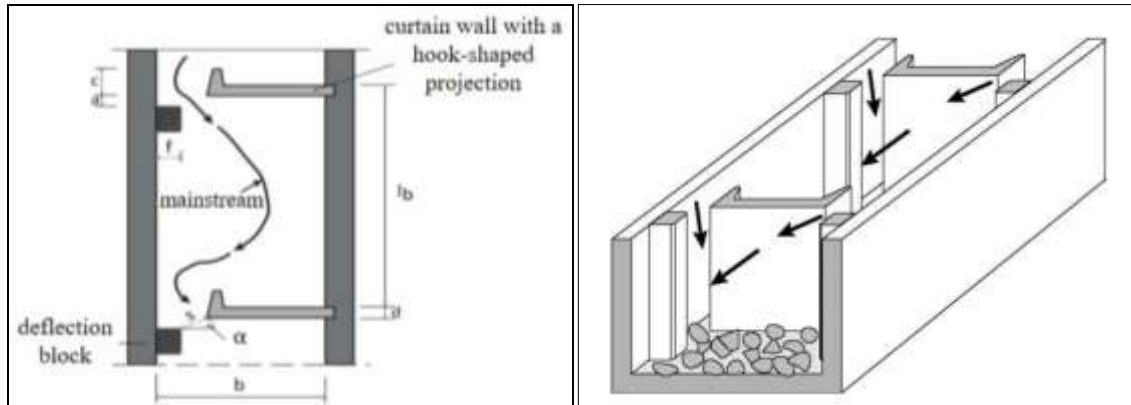


Figure 5. Single-Slot Passage (Tufek, 2009; Celebi, 2014) and Double-Slot Passage (Mese, 2019; Can, 2022).

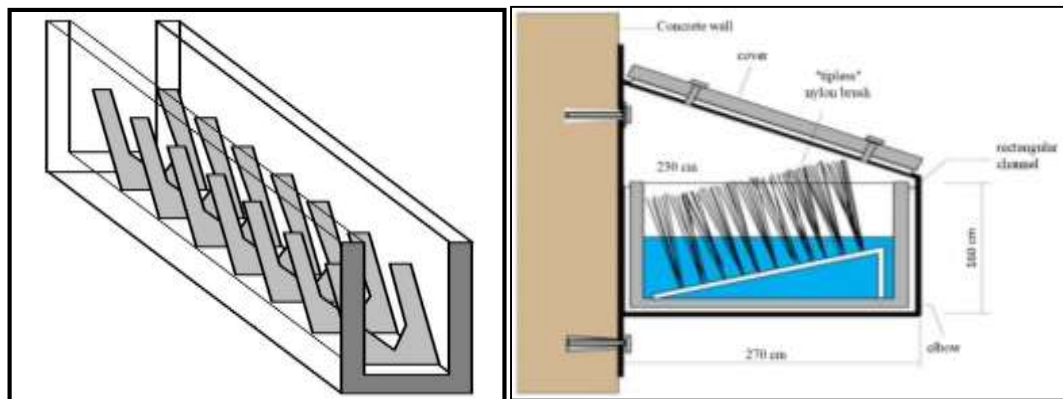


Figure 6. Denil Passage (Tufek, 2009; Ucuncu and Altindag, 2012) and Eel Ladder (Tufek, 2009; Mese, 2019).

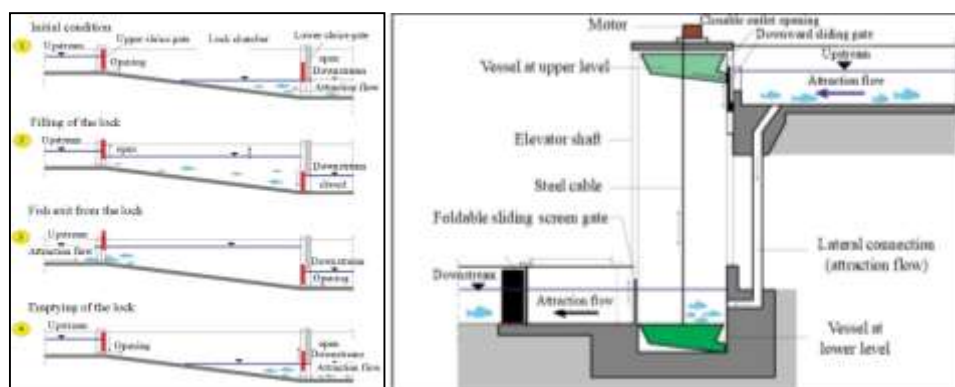


Figure 7. Fish Locks (Tufek, 2009; Sever, 2014) and Fish Lift (Travade and Larinier, 1992; Tufek, 2009; Ucuncu and Altindag, 2012).

2. MATERIAL AND METHODS

The survey was conducted with local residents living in areas where HPPs are located, with the aim of assessing their knowledge, perceptions and environmental awareness regarding HPPs and in particular, fish passages. In doing so, it was intended to address misinformation and knowledge gaps while also reducing prejudices against environmentally friendly facilities designed to meet energy needs within the framework of ecosystem integrity. To compare and evaluate the results, additional surveys were administered to relevant academics at our university, seeking their contributions on the subject.

Through these surveys, it is anticipated that public awareness and sensitivity concerning hydroelectric power plants and fish passages will be enhanced on a regional scale, thereby contributing to the literature and mitigating the current lack of studies in this field. While the original plan was to conduct face-to-face surveys with local communities in village squares, village halls and associations, as well as with academics in university meeting rooms or their offices, the Covid-19 pandemic necessitated a shift to online administration. Accordingly, the survey questions were distributed electronically to participants, who were asked to provide their responses. The survey results were subsequently analyzed in terms of participants' demographic characteristics and their corresponding answers to the questions.

3. RESEARCH AND FINDINGS

Demographic Characteristics and Responses to Survey Questions

Participants' ages were categorized into the following groups: 18–24, 25–31, 32–38, 39–45, 46–52 and 53 and above. The majority of participants fell within the 23–31 age range. A total of 346 individuals participated in the study. Educational status was classified as primary school, high school, vocational school, undergraduate, master's and doctoral levels, with most participants being undergraduate degree holders. Occupational status was grouped as academician, engineer, teacher, nurse, civil servant/worker, student, unemployed/non-respondents and others (including tradesmen, lawyers, managers, bankers, insurers, retirees, etc.). The majority of participants were concentrated in the “other” category (Table 1).

Table 1. Demographic Characteristics of Survey Participants

Groups	Number	Percentage (%)
Age Status		
18-24	103	29.8
25-31	131	37.9
32-38	47	13.6
39-45	21	6.0
46-52	23	6.7
53 and above	21	6.0
Educational Status		
Primary School	4	1.2
High School	31	9.0
Vocational School	67	19.3
Undergraduate	181	52.3
Master's Degree	50	14.5
Doctorate	13	3.7
Occupational Status		
Academic	24	7.0
Engineer	50	14.5
Teacher	53	15.3
Nurse	15	4.3
Civil Servant/Worker	57	16.5
Student	35	10.1
Unemployed/No Response	33	9.5
Other*	79	22.8

*Tradesmen, Lawyer, Manager, Banker, Insurer, Retired, etc.

Survey Questions

Survey Question 1. Which of the following energy sources are you familiar with?

- ☐ Water (Hydraulic)
 ☐ Wind
 ☐ Solar
 ☐ Geothermal
☐ Biomass
 ☐ Hydrogen
 ☐ Wave Energy Sources

Survey Question 2. Which of the following are renewable energy sources?

- ☐ Solar
 ☐ Petroleum
 ☐ Natural Gas
☐ Biomass
 ☐ Coal
 ☐ Water (Hydraulic)

Survey Question 3. Which of the following energy sources do you consider more important?

Please select one option.

- ☐ Water (Hydraulic)
 ☐ Wind
 ☐ Solar
 ☐ Geothermal
☐ Biomass
 ☐ Hydrogen
 ☐ Wave Energy Sources

Survey Question 4. Can you define hydraulic energy, which is a renewable energy source?

- ☐ Yes
 ☐ No

Survey Question 5. What is Turkey's position in terms of water resources? In other words, does it have sufficient water resources?

☐ Yes ☐ No ☐ No opinion

Survey Question 6. Have you ever seen a hydroelectric power plant before?

☐ Yes ☐ No

Survey Question 7. Can you identify the project components of a hydroelectric facility?

☐ Yes ☐ No

Survey Question 8. Can you visually recognize the concepts of regulator, spillway systems, transmission lines, intake chamber, surge tank, penstock and powerhouse?

☐ Yes ☐ No

Survey Question 9. Are you knowledgeable about run-of-river hydroelectric power plants?

☐ Yes ☐ No

Survey Question 10. In your opinion, how many hydroelectric power plants are there in the province of Gumushane?

☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10

Survey Question 11. In your opinion, how many hydroelectric power plants are there in the province of Bayburt?

☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

Survey Question 12. Do hydroelectric power plants have a harmful impact on the environment?

☐ Yes ☐ No ☐ No opinion

Survey Question 13. Do HPPs contribute to reducing dependence on foreign energy sources?

☐ Yes ☐ No ☐ No opinion

Survey Question 14. What does the abbreviation EIA stand for? Are you familiar with it?

☐ Yes ☐ No

Survey Question 15. Have you ever heard of the concept of "ecological flow"?

☐ Yes ☐ No

Survey Question 16. Do you think the amount of ecological flow released to protect rivers is sufficient?

☐ Yes ☐ No ☐ No opinion

Survey Question 17. In your opinion, are aquatic organisms affected by the construction, operation or maintenance processes of hydroelectric power plants?

☐ Yes ☐ No ☐ No opinion

Survey Question 18. Were you aware that hydroelectric facilities have fish passages in their water retention and diversion structures to enable fish migration and bidirectional movement between upstream and downstream?

☐ Yes ☐ No

Survey Question 19. Have you ever seen a fish passage in the form of a photograph, video or in real life?

☐ Yes ☐ No

Survey Question 20. Based on which of the following factors do you think fish passage design in hydroelectric facilities is carried out?

☐ Fish size ☐ Fish species ☐ Swimming performance ☐ No opinion

Survey Question 21. Are you aware that there are different types of fish passages?

☐ Yes ☐ No

Survey Question 22. In your opinion, do fish passages function properly in accordance with their intended purpose?

☐ Yes ☐ No ☐ No opinion

Survey Question 23. If you are aware of any of the following problems encountered in fish passages, please mark the relevant option.

- ☐ Absence of a fish passage
- ☐ Destruction/damage of the passage
- ☐ Low water level within the passage
- ☐ Blockage of the passage entrance by materials such as sand, stones, or wood
- ☐ Insufficient number of steps in the passage
- ☐ Incompatibility of the passage with the fish species
- ☐ Insufficient attraction flow

Survey Question 24. Have you ever heard of the concept of a receptor?

☐ Yes ☐ No

Survey Question 25. Do fish need receptors in order to use fish passages?

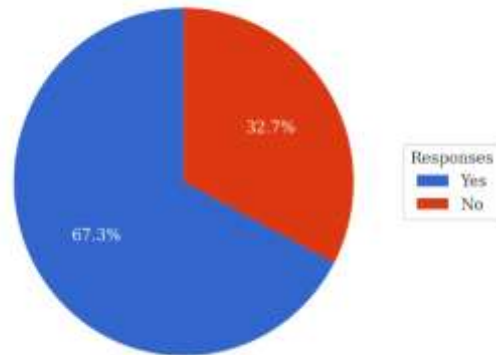
☐ Yes ☐ No ☐ No opinion

Responses of Participants to the Survey Questions

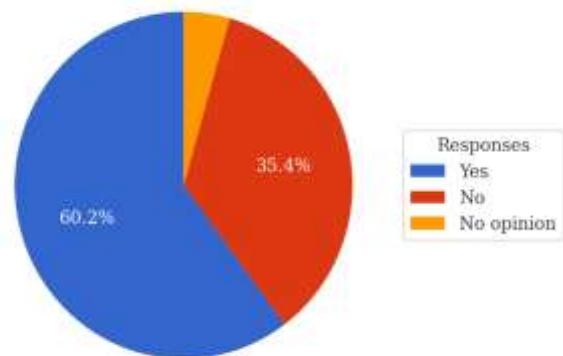
Table 2. Participants' Responses to the Survey Questions

Answers	Figures																								
1. Among the participants who were allowed to mark more than one option, 342 indicated that they were most familiar with water (hydraulic) and solar energy sources, while biomass energy was the least recognized.	<table><thead><tr><th>Energy Sources</th><th>Count</th><th>Percentage</th></tr></thead><tbody><tr><td>Wave sources</td><td>167</td><td>48.8%</td></tr><tr><td>Hydrogen</td><td>171</td><td>50.0%</td></tr><tr><td>Biomass</td><td>134</td><td>39.2%</td></tr><tr><td>Geothermal</td><td>273</td><td>79.8%</td></tr><tr><td>Solar</td><td>321</td><td>93.9%</td></tr><tr><td>Wind</td><td>316</td><td>92.4%</td></tr><tr><td>Water (hydraulic)</td><td>324</td><td>94.7%</td></tr></tbody></table>	Energy Sources	Count	Percentage	Wave sources	167	48.8%	Hydrogen	171	50.0%	Biomass	134	39.2%	Geothermal	273	79.8%	Solar	321	93.9%	Wind	316	92.4%	Water (hydraulic)	324	94.7%
Energy Sources	Count	Percentage																							
Wave sources	167	48.8%																							
Hydrogen	171	50.0%																							
Biomass	134	39.2%																							
Geothermal	273	79.8%																							
Solar	321	93.9%																							
Wind	316	92.4%																							
Water (hydraulic)	324	94.7%																							
2. Solar, biomass and hydraulic energy are renewable sources. Of the participants who were allowed to select more than one option, 339 responded to this question. While most participants correctly identified solar and hydraulic energy as renewable, approximately 64% were unaware that biomass energy also falls into the category of renewable energy sources.	<table><thead><tr><th>Energy Sources</th><th>Count</th><th>Percentage</th></tr></thead><tbody><tr><td>Water (hydraulic)</td><td>296</td><td>87.3%</td></tr><tr><td>Coal</td><td>14</td><td>4.1%</td></tr><tr><td>Biomass</td><td>123</td><td>36.3%</td></tr><tr><td>Natural gas</td><td>31</td><td>9.1%</td></tr><tr><td>Oil</td><td>21</td><td>6.2%</td></tr><tr><td>Solar</td><td>292</td><td>86.1%</td></tr></tbody></table>	Energy Sources	Count	Percentage	Water (hydraulic)	296	87.3%	Coal	14	4.1%	Biomass	123	36.3%	Natural gas	31	9.1%	Oil	21	6.2%	Solar	292	86.1%			
Energy Sources	Count	Percentage																							
Water (hydraulic)	296	87.3%																							
Coal	14	4.1%																							
Biomass	123	36.3%																							
Natural gas	31	9.1%																							
Oil	21	6.2%																							
Solar	292	86.1%																							
3. A total of 342 participants responded to this question. The majority indicated that solar and water energy are more important.	<table><thead><tr><th>Energy Sources</th><th>Percentage</th></tr></thead><tbody><tr><td>Water (hydraulic)</td><td>43.3%</td></tr><tr><td>Wind</td><td></td></tr><tr><td>Solar</td><td>43.9%</td></tr><tr><td>Geothermal</td><td></td></tr><tr><td>Biomass</td><td></td></tr><tr><td>Hydrogen</td><td></td></tr><tr><td>Wave sources</td><td></td></tr></tbody></table>	Energy Sources	Percentage	Water (hydraulic)	43.3%	Wind		Solar	43.9%	Geothermal		Biomass		Hydrogen		Wave sources									
Energy Sources	Percentage																								
Water (hydraulic)	43.3%																								
Wind																									
Solar	43.9%																								
Geothermal																									
Biomass																									
Hydrogen																									
Wave sources																									

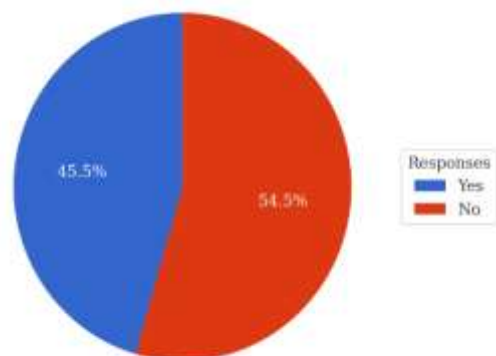
4. A total of 342 participants responded to this question and approximately 67% of them stated that they could define hydraulic energy.



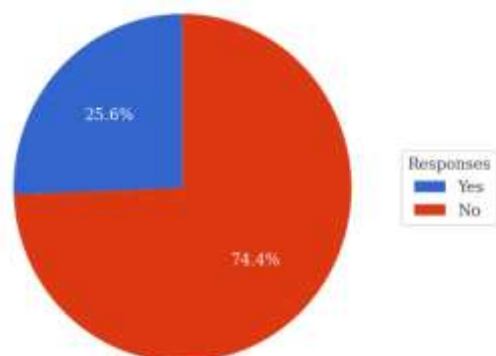
5. A total of 342 participants responded to this question and approximately 60% stated that Turkey's water resources are sufficient.



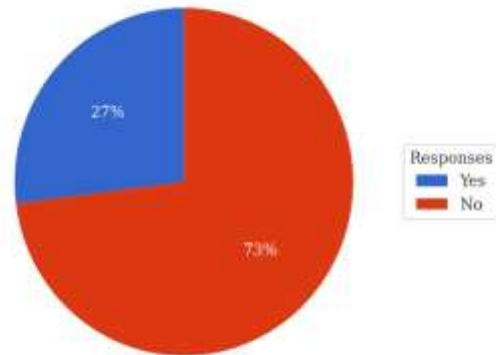
6. A total of 341 participants responded to this question and approximately 45% stated that they had seen a hydroelectric power plant before.



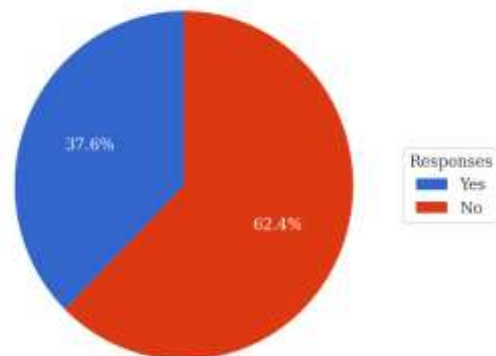
7. A total of 340 participants responded to this question and approximately 75% stated that they did not know the project components of a hydroelectric facility.



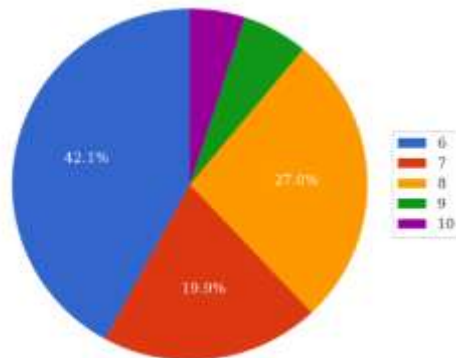
8. A total of 341 participants responded to this question and 27% stated that they could visually recognize the concepts of regulator, spillway systems, transmission lines, intake chamber, surge tank, penstock and powerhouse.



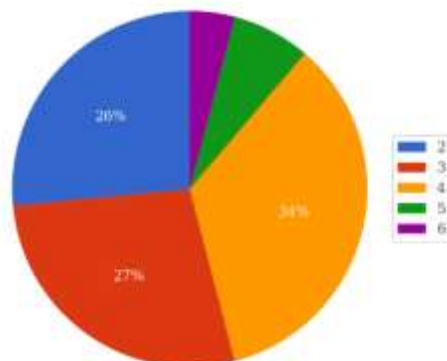
9. A total of 338 participants responded to this question and approximately 38% of them indicated that they possessed knowledge about run-of-river hydroelectric power plants.



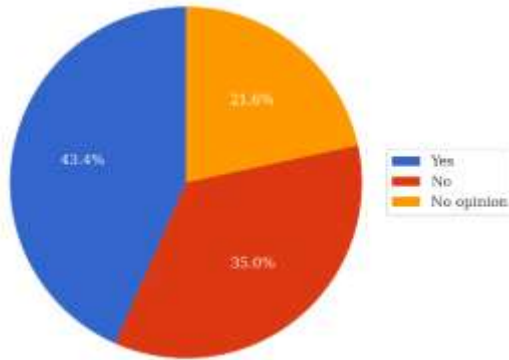
10. There are nine hydroelectric power plants in the province of Gumushane. A total of 331 participants answered this question and approximately 7% of them provided the correct response regarding the number of hydroelectric power plants in Gumushane.



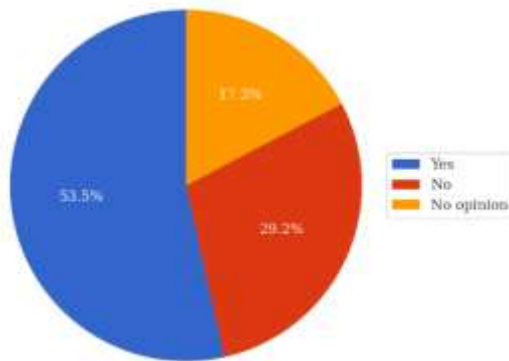
11. There are four hydroelectric power plants in the province of Bayburt. A total of 326 participants answered this question and 34% of them correctly identified the number of hydroelectric power plants in Bayburt.



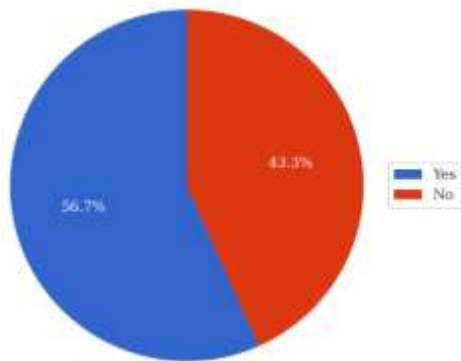
12. A total of 343 participants responded to this question and 35% of them stated that hydroelectric power plants do not have a harmful impact on the environment.



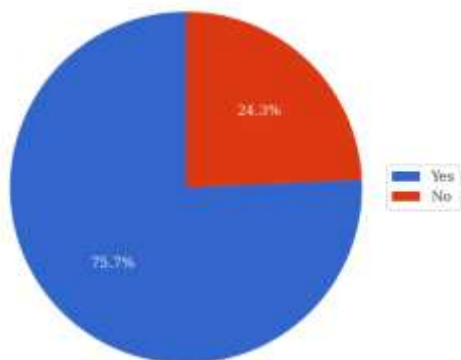
13. A total of 342 participants answered this question, and approximately 54% of them indicated that HPPs would help reduce dependence on foreign energy sources.



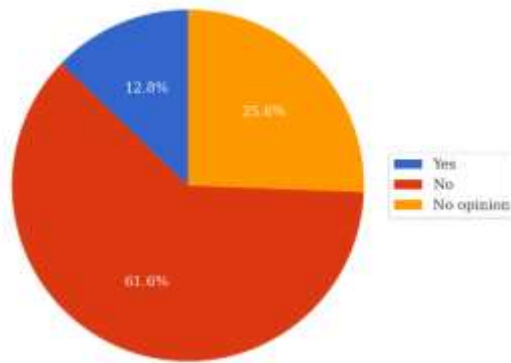
14. A total of 342 participants responded to this question and approximately 57% of them stated that they knew the meaning of the abbreviation EIA.



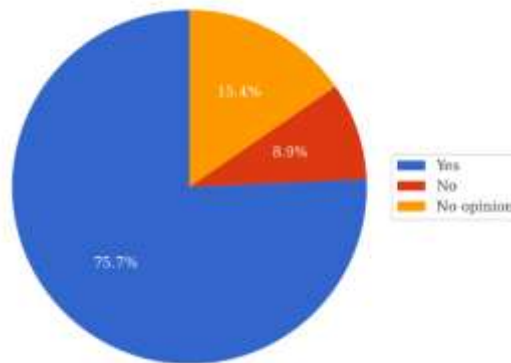
15. A total of 341 participants answered this question and approximately 76% of them stated that they had previously heard of the concept of “ecological flow”.



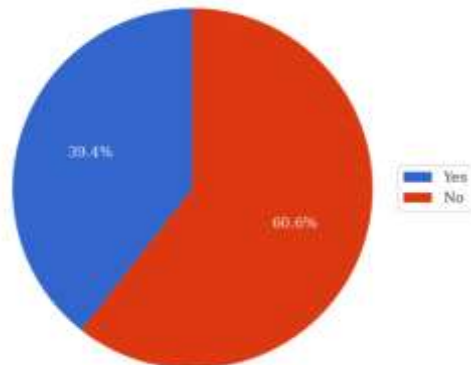
16. A total of 289 participants answered this question and approximately 62% of them stated that the amount of ecological flow released to protect rivers is insufficient.



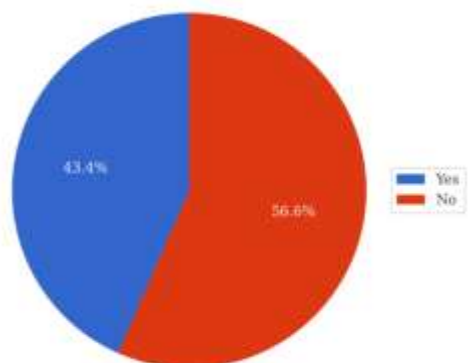
17. A total of 337 participants responded to this question and approximately 76% of them indicated that aquatic organisms would be affected by the construction, operation or maintenance processes of hydroelectric power plants.



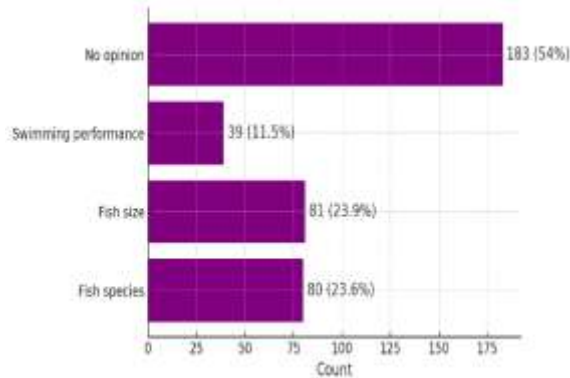
18. A total of 340 participants answered this question and approximately 61% of them stated that they were not aware of the existence of fish passages in the water retention and diversion structures of hydroelectric facilities that allow fish migration and bidirectional movement between upstream and downstream.



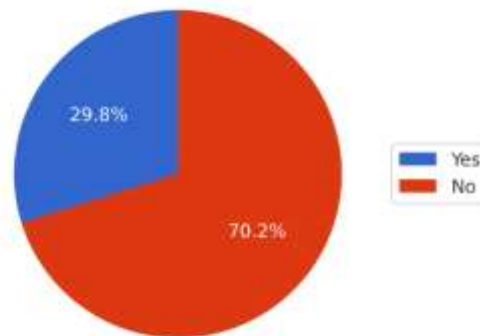
19. A total of 339 participants responded to this question and approximately 57% of them stated that they had never seen a fish passage in the form of a photograph, video or in real life.



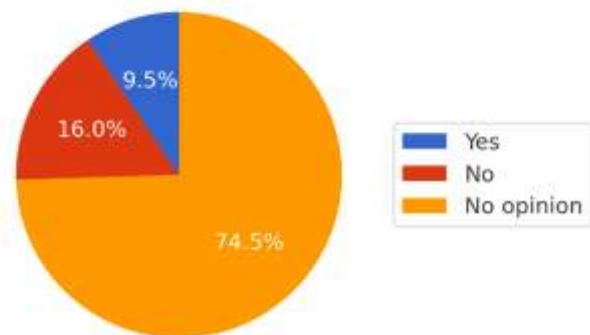
20. A total of 339 participants answered this question and 54% of them stated that they had no opinion regarding the criteria used in fish passage design within hydroelectric facilities.



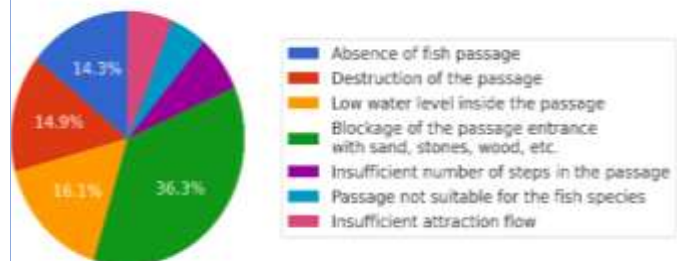
21. A total of 338 participants responded to this question and approximately 70% of them stated that they were not aware of the existence of different types of fish passages.



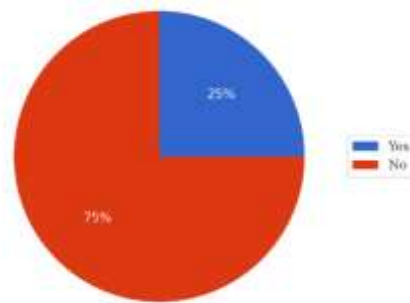
22. A total of 338 participants answered this question and approximately 75% of them stated that they had no opinion on whether fish passages function properly in accordance with their intended purpose.



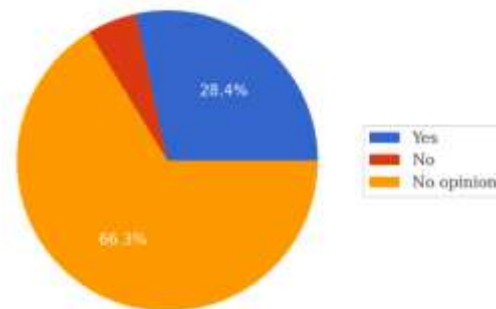
23. A total of 168 participants answered this question and approximately 36% of them indicated that they were aware of the problem of “blockage of the passage entrance by materials such as sand, stones or wood” among the issues encountered in fish passages.



24. A total of 320 participants answered this question and 75% of them stated that they had never heard of the concept of a receptor.



25. A total of 190 participants responded to this question and approximately 66% of them stated that they had no opinion on whether fish need receptors to use fish passages.



4. CONCLUSIONS

As a result of the survey conducted in this study, the participants' level of knowledge about renewable energy sources and their awareness regarding HPPs were analyzed. The findings reveal that society possesses limited knowledge about certain types of renewable energy, particularly biomass energy. While the majority of participants were unfamiliar with biomass energy, only two-fifths were found to be knowledgeable about run-of-river hydroelectric power plants. This indicates that the distribution of knowledge across different energy types is unbalanced and that certain sources are insufficiently recognized by the public. Approximately three-fifths of the participants were able to define hydraulic energy and expressed the view that Turkey's energy resources are generally adequate. However, it was determined that half of the participants had never seen an HPP facility and three-quarters lacked knowledge about the project components of such plants. Moreover, the results demonstrate that participants had some awareness regarding the impacts of hydroelectric power plants on aquatic life during their construction, operation and maintenance processes, pointing to a partial level of environmental consciousness.

According to the survey findings, 93% of participants were unaware of the number of HPPs in the province of Gumushane and 66% did not know the number of HPPs in Bayburt. These figures highlight a lack of knowledge regarding the number and presence of hydroelectric facilities, even at the local level. Furthermore, technical terms used in environmental impact

assessment processes, such as the concept of “receptor,” were found to be largely unknown to the public, with three-quarters of the participants stating they had never heard of the term. The data obtained on fish passages are particularly striking: three-fifths of participants were unaware that fish passages exist within the water retention or diversion structures of HPPs to allow fish migration and the vast majority reported that they had never seen a fish passage in their lifetime. These results point to a significant lack of awareness in society concerning fish passages, which are of critical importance for ensuring the sustainability of fish migration.

Overall, this study clearly demonstrates the need to raise public awareness about hydroelectric energy production and its environmental impacts. Supporting awareness initiatives through visual materials, public service announcements, social media content and mass media tools would contribute to conveying this knowledge to society in a more effective and lasting manner. Awareness campaigns that also involve the participation of local communities will help promote both the protection of natural resources and the adoption of sustainable energy policies.

REFERENCES

- Alper, F. O. (2018). The relationship between renewable energy and economic growth: The case of Turkey (1990–2017). *Journal of the Faculty of Economics and Administrative Sciences, Cankiri Karatekin University*, 8(2), 223-242.
- Ari, V. (2007). Turkey's energy resources, energy planning and energy strategies [Master's thesis, Cukurova University]. Graduate School of Natural and Applied Sciences.
- Aygun, E. and Avci, N. (2020). The effects of hydroelectric power plants on tourism: The case of Uzungol Solakli Valley. *Journal of the Social Sciences Institute, Balikesir University*, 23(43), 471-483.
- Bayrak, M. and Esen, O. (2014). The problem of Turkey's energy deficit and the search for solutions. *Ataturk University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 28(3), 139-158.
- Boiten, W. (2002). Flow measurement structures. *Flow Measurement and Instrumentation*, 13(5-6), 203-207.
- Can, M. C. (2022). Experimental and numerical modeling of vertical slot fish passes [Master's thesis, Harran University]. Graduate School of Natural and Applied Sciences.
- Celebi, R. (2014, July 18). Fish passages presentation. Suleyman Demirel University. Retrieved September 29, 2025, from <https://sue.sdu.edu.tr/assets/uploads/sites/74/files/ramazan-celebi-sunum-18072014.pdf>.
- Ceylan, M. (2015). Electric power plants and the transmission and distribution of electric energy. Seckin Publishing.
- Ekren, M. G. (2015). Evaluation of fish passage design: A case study in Vereinigte Weißeritz River [Master's thesis, Istanbul Technical University]. Graduate School of Natural and Applied Sciences.
- Ergin, M. N. (2020). The importance of renewable energy resources and sustainable energy policies in the scope of energy supply security [Master's thesis, Eskisehir Technical University]. Graduate School of Postgraduate Education.
- Jens, G. (1982). The construction of fishways: Fish ladders, eel passes and fish locks. Verlag Paul Parey.
- Karaosmanoglu, F. (2004). The importance, classification, balance of resource needs and future energy resources. In *Proceedings of the Symposium on the Effects of Energy and Water Resources in the World and Turkey on National and International Security* (pp. 14-15). War Academies Publications.
- Kenet, S. (2020). Environmental and economic evaluation of hydroelectric power plants in Turkey [Master's thesis, Marmara University]. Graduate School of Social Sciences.

- Koc, A., Yagli, H., Koc, Y. and Ugurlu, I. (2018). General evaluation of energy outlook in the world and Turkey. *Engineer and Machine*, 59(692), 86-114.
- Koc, E. and Kaya, K. (2015). Energy resources and the status of renewable energy. *Engineer and Machine*, 56(668), 36-47.
- Koc, E. and Senel, M. C. (2013). Energy situation in the world and Turkey: A general evaluation. *Engineer and Machine*, 54(639), 32-44.
- Travade, F. and Larinier, M. (1992). Ecluses et ascenseurs à poissons. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, (326-327), 95-110.
- Mese, A. (2019). Hydraulic design of Borland fish lock for Ordu Turnasuyu Hydroelectric Power Plant [Master's thesis, Bogaziçi University]. Graduate School of Natural and Applied Sciences.
- Oral, F., Behcet, R. and Aykut, K. (2017). Evaluation of hydroelectric power plant reservoir data for energy production purposes. *Journal of Science*, Bitlis Eren University, 6(2), 29-38.
- Ozaslan, M. (2020). Awareness of energy efficiency and renewable energy resources in a higher education institution: A study on students at a foundation university [Master's thesis, Ufuk University]. Graduate School of Social Sciences.
- Ozdemir, M. T., Orhan, A. and Cebeci, M. (2011). Evaluation of very small hydraulic potentials for energy production using local means. In *Electrical-Electronics and Computer Symposium* (pp. 371-377). Firat University.
- Sahin, C. (Ed.). (2012). General human and economic geography. Gunduz Education and Publishing.
- Sekkeli, M. and Kecicioglu, O. F. (2011). Development of hydroelectric power plants in Turkey: A case study of Kahramanmaras region. *Journal of Engineering Sciences*, Kahramanmaras Sutcu Imam University, 14(2), 19-26.
- Sever, O. (2014, October 27). Fish passage training notes. SlideShare. Retrieved from <https://www.slideshare.net/ozgursever/balk-geidi-eitim-notlar>.
- Tekin, M., Kecicioglu, O. F., Erafarsar, O. and Sekkeli, M. (2016). Investigation of the effect of a hydroelectric power plant on harmonic formation in the electrical grid. *Journal of Engineering Sciences*, Kahramanmaras Sutcu Imam University, 19(2), 70-77.
- Tufek, O. M. (2009). Fish passes-Design, sizing and monitoring. State Hydraulic Works (SHWP) Publications.
- Ucuncu, E. and Altındag, A. (2012). A general overview of fish passes and their design. *Journal of Natural Sciences*, Kahramanmaras Sutcu Imam University, 15(2), 50-58.
- Unal, M. F. (2014, December 17). Hydroelectric energy. *Energy Technologies*. Retrieved September 29, 2025, from <https://enerjiteknolojileri.wordpress.com>.
- Yaman, A., Yakin, A. and Behcet, R. (2019). The potential of solar and hydroelectric energy in Van province and their contribution to the provincial economy. *Journal of Science*, Bitlis Eren University, 8(1), 243-250.
- Yigit, E. (2017). VAR analysis on renewable energy consumption, carbon emissions, urbanization, and oil prices in BRICS countries [Master's thesis, Gaziosmanpasa University]. Graduate School of Social Sciences.

EĞİTİM AMAÇLI WEB TABANLI YAPAY SİNİR AĞI UYGULAMALARI: NEUROQUICK LABORATUVAR SİMÜLATÖRÜ ÖRNEĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Uğur KESEN

Mechatronics Engineering Department, Faculty of Technology, Marmara University, Istanbul, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-3460-9060

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, yapay sinir ağlarının biyolojik süreçlerden ilham alan yapısını ve gözlemlerden fonksiyon çıkarabilme yeteneğini temel alarak, sinir ağı eğitime yönelik geliştirilen NeuroQuick Laboratuvar Simülatörü'nü tanıtmak ve web tabanlı yapay sinir ağı uygulamalarının eğitimdeki rolünü değerlendirmektir.

Araştırmada, Delphi programlama dili kullanılarak nesne yönelimli programlama yaklaşımıyla geliştirilen NeuroQuick Laboratuvar Simülatörü incelenmiştir. Bu simülatör, bağımsız yapay sinir ağı uygulamaları oluşturmak için kullanılabilecek sınıf yapıları içermektedir. Platformun teknik özellikleri, kullanım senaryoları ve eğitimdeki uygulama alanları analiz edilmiştir. NeuroQuick Laboratuvar Simülatörü başlangıç seviyesindeki lisansüstü öğrenciler, ileri düzey öğrenciler, mühendisler ve bilim insanlarından oluşan geniş bir kullanıcı yelpazesinin yapay sinir ağları konusunda eğitimi için tasarlanmıştır. Ayrıca bireysel öğrenci projeleri ve üniversitelerdeki bir veya iki dönemlik yapay sinir ağı dersleri için uygun simülasyon aracıdır. NeuroQuick Laboratuvar Simülatörü Nesne yönelimli programlama yaklaşımıyla geliştirilmiş ve bağımsız uygulama kapasitesine sahiptir. Yapay sinir ağlarının gözlemlerden öğrenme yeteneğinin uygulamalı olarak deneyimlenmesine olanak sağlamaktadır. Delphi programlamanın ActiveX fonksiyonu kullanılarak, NeuroQuick Laboratuvar simülatörünün Internet Explorer'da çalıştırılması sağlanmıştır. Bu sayede simülatör, web tabanlı olarak uzaktan kullanılabilir. Bu makalede önerilen NeuroQuick Laboratuvar simülatörü, Perceptron, Multilayer Perceptron(MLP), Hebb Learning and Radial Basis Fonksiyonlu sinir ağı modellerini içermektedir. Her ağ modelinin, ağ yapılandırmasının belirlenmesi ve ayarlanabilir parametrelerin seçimi açısından kendi menüsü vardır.

NeuroQuick Laboratuvar Simülatörü, yapay sinir ağları eğitiminde etkili bir web tabanlı çözüm sunmaktadır. Nesne yönelimli yapısı ve geniş kullanıcı yelpazeyle, hem akademik hem de profesyonel eğitim ortamlarında değerli bir öğrenme aracı olarak kullanılabilir. Bu tür simülatörler, yapay sinir ağlarının temel prensiplerinin ve uygulama alanlarının öğretilmesinde pratik bir yaklaşım sunmakta ve gelecekte daha karmaşık sinir ağı modellerinin öğretimine yönelik araçların geliştirilmesi için temel oluşturmaktadır.

Anahtar kelimeler: Yapay sinir ağıları, Simülasyon, Nesne Yönelimli Programlama, Uzaktan Eğitim, MLP

**WEB-BASED ARTIFICIAL NEURAL NETWORK APPLICATIONS FOR
EDUCATIONAL PURPOSES: A CASE STUDY OF THE NEUROQUICK
LABORATORY SIMULATOR**

ABSTRACT

The primary objective of this study is to introduce the NeuroQuick Laboratory Simulator, developed for neural network education based on the biologically-inspired structure of artificial neural networks (ANNs) and their ability to derive functions from observations, and to evaluate the role of web-based ANN applications in education.

The research involves an analysis of the NeuroQuick Laboratory Simulator, which was developed using the Delphi programming language with an object-oriented programming (OOP) approach. The simulator incorporates class structures that can be utilized to create independent ANN applications. The platform's technical specifications, usage scenarios, and application areas in education have been analyzed. The simulator is designed for a broad user base, including entry-level graduate students, advanced undergraduates, engineers, and scientists. It is also suitable as a simulation tool for individual student projects and one or two-semester university courses on artificial neural networks.

The NeuroQuick Laboratory Simulator, built using an OOP approach, possesses standalone application capability. It enables the hands-on experience of the learning capability of ANNs from observations. Utilizing the ActiveX function of Delphi programming, the simulator can be run within Internet Explorer, allowing it to be used remotely via the web. The proposed NeuroQuick Laboratory Simulator includes Perceptron, Multilayer Perceptron(MLP), Hebb Learning, and Radial Basis Function neural network models. Each network model features its own menu for determining the network configuration and selecting adjustable parameters.

The NeuroQuick Laboratory Simulator provides an effective web-based solution for ANN education. With its object-oriented architecture and wide user base, it can be utilized as a valuable learning tool in both academic and professional training environments. Such simulators offer a practical approach to teaching the fundamental principles and applications of ANNs and establish a foundation for the future development of tools for teaching more complex neural network models.

Keywords: Artificial Neural Networks, Simulation, Object-Oriented Programming, Distance Education, MLP

1. INTRODUCTION

Artificial Neural Networks (ANNs) are information processing systems inspired by the human brain's ability to learn, generalize, and recognize patterns (Krenker et al., 2011; Wu & Feng, 2018; Yegnanarayana, 2009). These systems, modeled after the operational principles of biological neurons, possess the capability to learn from observations and to represent complex nonlinear relationships between input and output variables. Today, ANNs constitute one of the fundamental components of artificial intelligence and machine learning, with extensive applications in engineering, biomedical analysis, finance, robotics, control systems, and data analytics (Aguirre et al., 2024; Ahmed et al., 2023; Singh & Sabrol, 2021; Wazirali et al., 2023; Weiss et al., 2022).

Beyond their theoretical foundations, understanding ANNs in practice requires simulation tools that allow users to observe learning behaviors, analyze algorithmic performance, and study the influence of various parameters on network output (Haghighat et al., 2022; Laubscher, 2021; Wong & Lin, 2025). For undergraduate and graduate students in particular, such simulators serve as essential educational tools, transforming abstract computational concepts into interactive, visually interpretable experiments (Chaturvedi et al., 2023).

In this context, the NeuroQuick Laboratory Simulator has been developed as an interactive, web-based simulation tool designed for the training and visualization of artificial neural networks. The simulator was implemented using the Delphi programming language and follows an object-oriented programming (OOP) approach (Cipriano & Alves, 2023; Jonsson, 2021). It includes several neural network architectures—Perceptron, Multilayer Perceptron (MLP), Hebb Learning and Radial Basis Function (RBF) networks—each equipped with configurable parameters and adaptive learning rules (Borghi et al., 2021; Kisby et al., 2024; Wu, 2021; Xia et al., 2023). Users can modify network structures, tune parameters, and observe the learning process interactively in real time.

One of the most distinctive features of NeuroQuick is its integration with ActiveX technology, which allows the simulator to be executed directly within Google Chrome and Internet Explorer. This functionality enables remote, web-based access without requiring any local installation. Consequently, students, educators, and researchers from different institutions can conduct experiments and training sessions seamlessly through a browser-based interface.

This study presents the development process, technical characteristics, and educational applications of the NeuroQuick Laboratory Simulator. Furthermore, it evaluates the simulator's pedagogical contributions as an innovative web-based platform that enhances interactive

learning and facilitates the teaching of artificial neural network principles in both academic and research-oriented environments.

2. MATERIAL AND METHODS

In this section, the structural design, functional components, and implementation framework of the NeuroQuick Laboratory Simulator are described in detail. The materials, software tools, and methodological principles employed during the development process are outlined to provide a comprehensive understanding of the simulator's architecture and its application in artificial neural network education.

2.1 Software Architecture and Development Framework

The NeuroQuick Laboratory Simulator was developed using the Delphi programming language, which provides a powerful environment for object-oriented programming (OOP) and graphical user interface (GUI) design. The simulator was implemented as a stand-alone Windows-based application, allowing independent operation without additional software dependencies. Its architecture follows the object-oriented paradigm, where neural network components such as neurons, layers, activation functions, and learning algorithms are encapsulated into distinct reusable classes.

Each neural network model is constructed through modular class hierarchies. These classes define attributes such as learning rate, momentum, transfer function, and weight initialization, ensuring flexible experimentation with different configurations. The system architecture also supports real-time visualization of training progress, including weight adaptation curves, convergence behaviour, and error minimization trends.

2.2 Implemented Neural Network Models

The NeuroQuick simulator integrates five neural network architectures widely used in educational and research contexts:

Perceptron: A single-layer feedforward network for linearly separable problems.

Multilayer Perceptron (MLP): A multi-layer network utilizing the backpropagation learning algorithm for nonlinear classification tasks.

Hebb Learning: Hebb or Hebbian learning rule comes under Artificial Neural Network (ANN) which is an architecture of a large number of interconnected elements called neurons. These neurons process the input received to give the desired output.

Radial Basis Function (RBF) Network: Employs Gaussian activation for fast training and localized learning behaviour.

Each model has a dedicated configuration menu, allowing users to select activation functions, define network size, and control learning parameters interactively.

2.3 Web-Based Integration and Accessibility

To enhance accessibility, the simulator was extended for web-based execution through ActiveX control integration. This allows the program to run directly within Internet Explorer, enabling remote use without installation. Such integration transforms the simulator into a web-accessible educational platform, suitable for distance learning environments and laboratory courses requiring minimal setup effort. This approach enables simultaneous access by multiple users in academic networks.

2.4 Educational Implementation

The NeuroQuick simulator was designed to support experiential learning in neural network education. Students can define input–output datasets, configure network architectures, and observe the learning process in real time. The tool promotes active engagement by allowing the visualization of convergence speed, classification accuracy, and the impact of parameter variations.

In academic practice, the simulator has been applied in undergraduate and graduate-level neural network courses, as well as individual research projects. It is particularly effective in providing an intuitive understanding of abstract mathematical formulations, bridging theoretical content with practical experimentation.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The development and implementation of the NeuroQuick Laboratory Simulator yielded significant results in terms of both technical performance and pedagogical contribution. The simulator successfully demonstrated the capability to train and visualize different artificial neural network (ANN) architectures in an interactive and web-accessible environment.

3.1 Technical Performance Evaluation

Performance tests were conducted on a standard Windows-based computer equipped with a 3.0 GHz processor and 8 GB RAM. All neural network models—Perceptron, MLP, Hebb Learning, and RBF—operated with stable computation speeds and consistent convergence under varying learning parameters.

The simulator's graphical interface allowed real-time visualization of training progress, error reduction, and network output behaviour. Users were able to monitor the impact of learning rate, momentum, and number of hidden neurons on model accuracy and convergence time.

Furthermore, the integration of ActiveX control for web-based execution proved functional and stable. The system operated seamlessly within Internet Explorer, enabling users to run simulations remotely without installation or configuration issues. A screenshot of the simulator is shown in Figure 1. The upper section of the screenshot displays a menu bar comprising the following options: File, Edit, Network Model, Learning Data, Transfer Function, and Help. The File menu facilitates the execution of file operations.

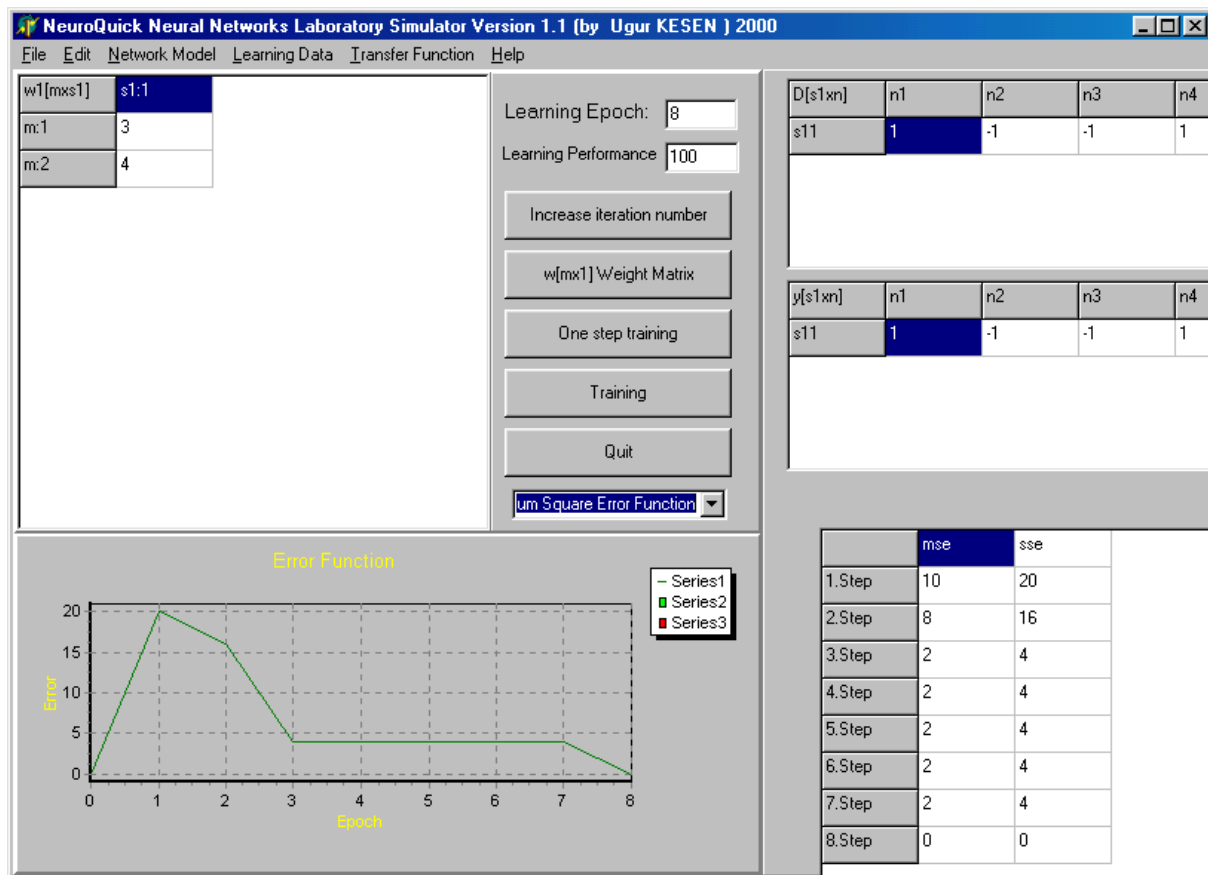


Figure 1. Simulator Screenshot

3.2 Educational Outcomes and User Experience

Experimental application of the NeuroQuick Simulator in undergraduate and graduate courses demonstrated positive educational outcomes. Students reported improved understanding of neural network mechanisms, including weight adjustment, backpropagation learning, and generalization behaviour.

The ability to visually observe learning curves and test results provided a deeper conceptual understanding, reinforcing theoretical concepts covered in lectures. Additionally, instructors highlighted the tool's effectiveness in facilitating interactive learning, promoting discussion, and encouraging experimentation among students. An online platform has also been developed, which provides theoretical instruction on ANN topics through the headings illustrated in Figure 2. This integrated approach enables students to immediately engage in practical exercises

following their theoretical studies, thereby facilitating a more comprehensive understanding of the subject matter.

To support the comprehension of the course topics, five distinct simulators have been developed.

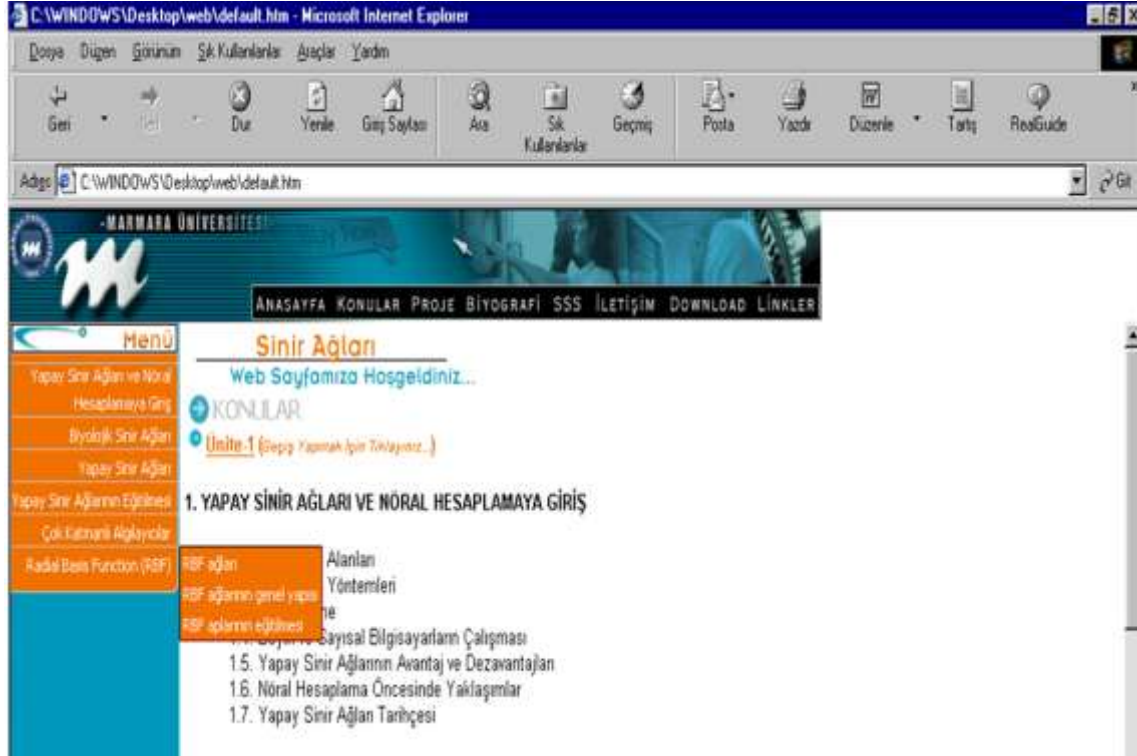


Figure 2. Theoretical topic presentation web page

3.3 Pedagogical Impact

The simulator effectively bridges the gap between theoretical instruction and practical application. Its modular design enables users to construct customized ANN architectures, while its visualization capabilities enhance cognitive engagement and retention. Compared with traditional coding-based approaches, NeuroQuick reduced the learning curve and provided an accessible environment for non-programming students to explore neural computation.

3.4 Simulators

To illustrate the diversity and educational potential of the NeuroQuick platform, four neural network models—Perceptron, Multilayer Perceptron (MLP), Heeb Learning, and Radial Basis Function (RBF)—were implemented and analyzed. The following section describes the operational logic and pedagogical relevance of each model in the context of neural network learning.

3.4.1 Activation Function

A simulator has been developed to facilitate understanding of activation function types and the influence of weights and thresholds on their outputs. As shown in Figure 3, the simulator

enables the analysis of a function's characteristics through the manipulation of its weight and threshold parameters (range: -2 to 2) for any selected function. The activation function options are displayed on the right side of Figure 3.

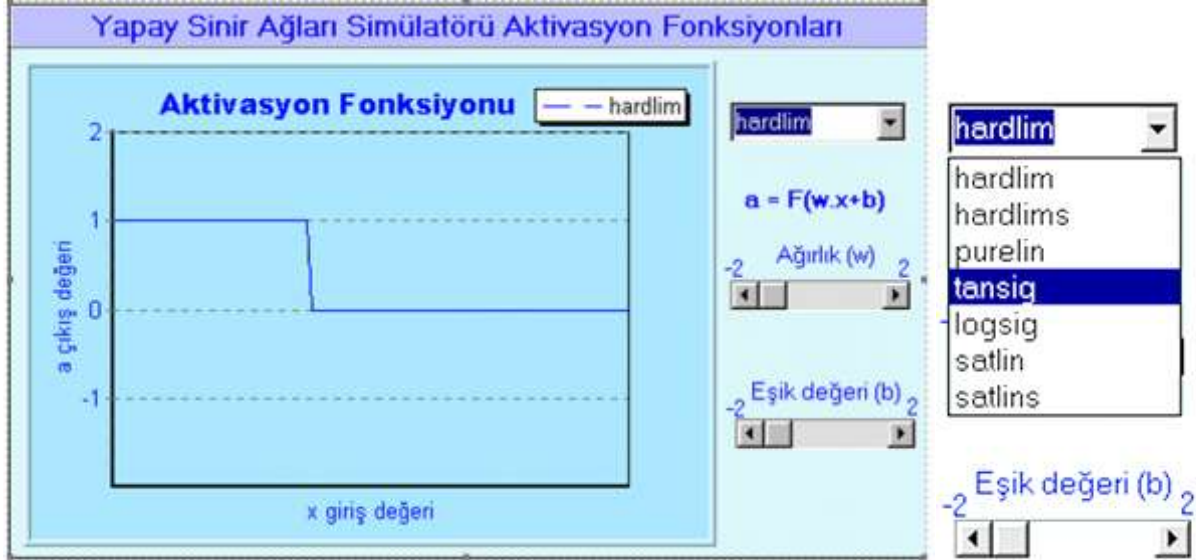


Figure 3. Activation Function Simulator

3.4.2 Neuron Model

To facilitate a comprehensive understanding of the fundamental neuron structure and its operational principles, practical exercises should be conducted using the simulator below. In the simulator illustrated in Figure 4, output values are analysed based on varying inputs, weights, threshold values, and activation functions.

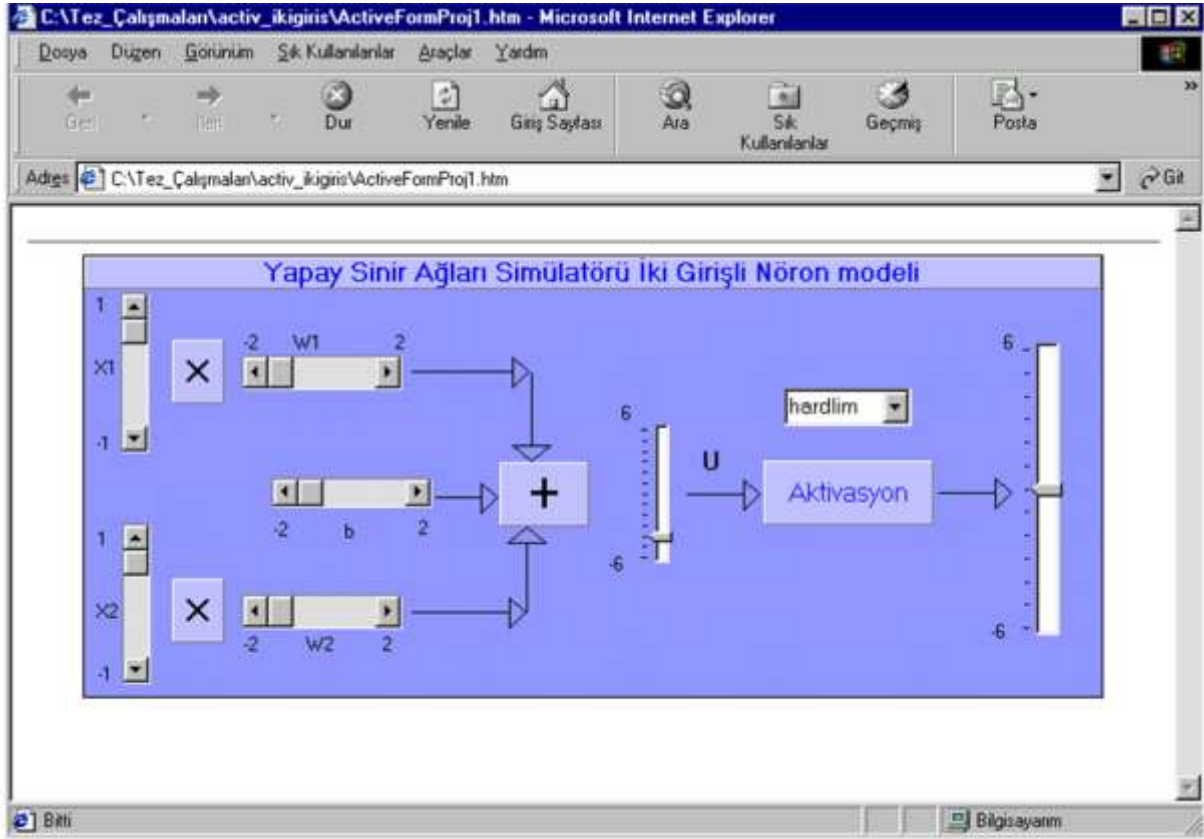


Figure 4. Neuron Model Simulator

3.4.3 Hebbian Learning Rule

This simulator features an artificial neural network that operates according to the Hebbian learning rule. In the designed network, the number of squares constituting the characters determines the number of inputs. The weight values are generated by multiplying each test pattern by its corresponding predetermined target value. The result pattern is then computed based on the values specified in the sample pattern and is displayed in Figure 5.



Figure 5. Hebbian Learning Rule Simulator

3.4.3 Multi-Layer Perceptron

To facilitate comprehension of the backpropagation algorithm, a simulator has been developed, as illustrated in Figure 6. The network is designed with a three-layer architecture, comprising a first hidden layer, a second hidden layer, and an output layer. This multi-layer design enhances the network's performance. The activation functions to be applied in each layer and the number of neurons is user-configurable. Furthermore, users can train the network by supplying their own custom datasets. Furthermore, this simulator also supports the use of a pre-existing dataset. By selecting the 'File' option in the menu, data prepared in advance in a text file can be uploaded to the simulator. The number of neurons in all three layers present in the simulator can be defined, allowing the desired network architecture to be configured. Consequently, the network's structure can be customized according to the user's requirements. The results obtained with the Iris dataset are presented graphically in Figure 6. The Iris dataset is loaded into the simulator in a ready-to-use format via the file menu option.

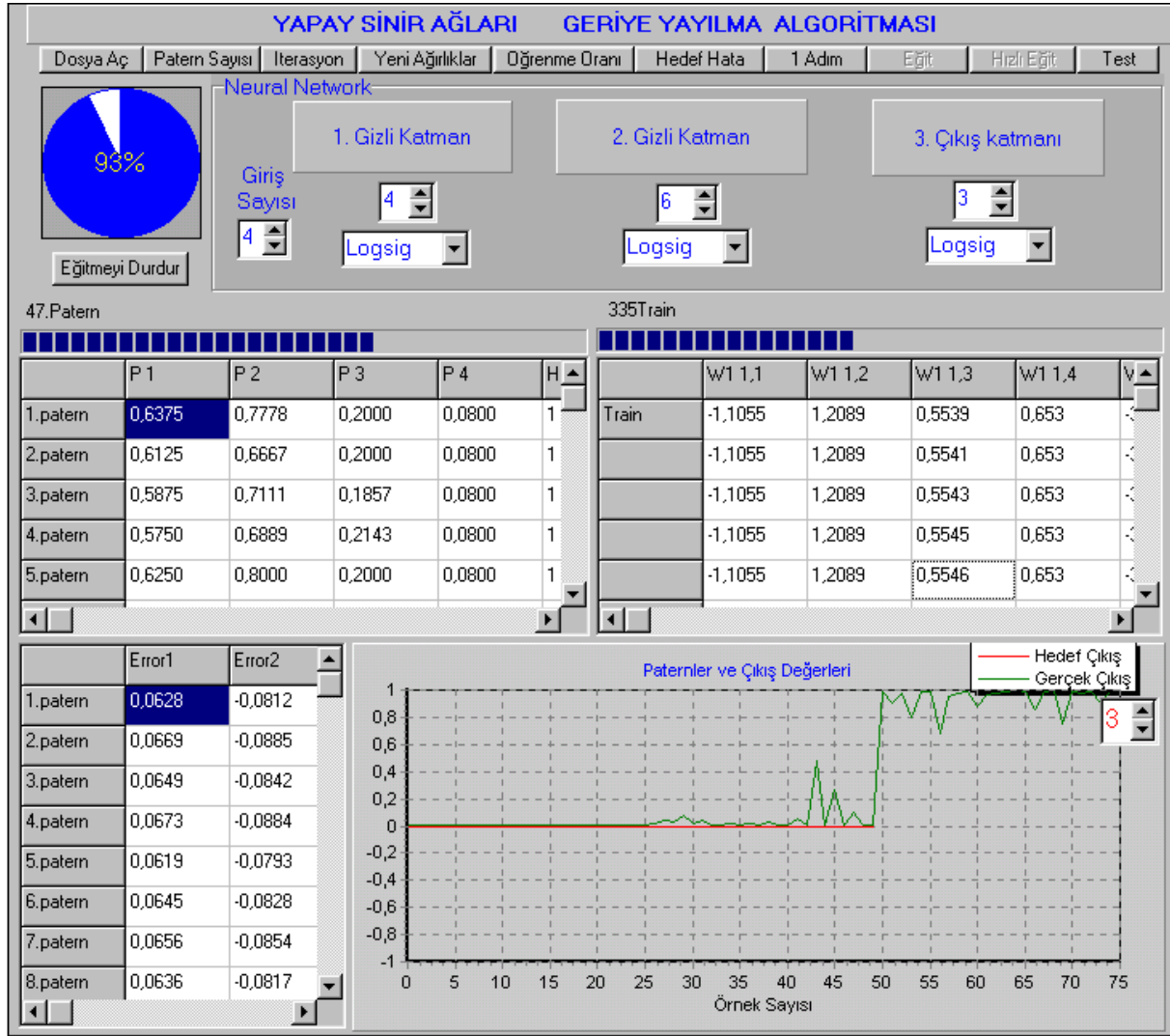


Figure 6. Multi-Layer Perceptron Simulator

3.4.3 Radial Basis Function

A simulator has been designed, as shown in Figure 7, to facilitate understanding of the Radial Basis Function network architecture. In this network, the width values in the hidden layer are shared. Any modification to these values will consequently affect all neurons within the hidden layer. The selection of centre values is performed in two ways: firstly, through random assignment, and secondly, by being determined based on the state of the input data. Furthermore, the update process for the weights in the output layer is implemented using the Widrow-Hoff learning rule.

In this simulator, the network architecture can also be customized according to the user's requirements.

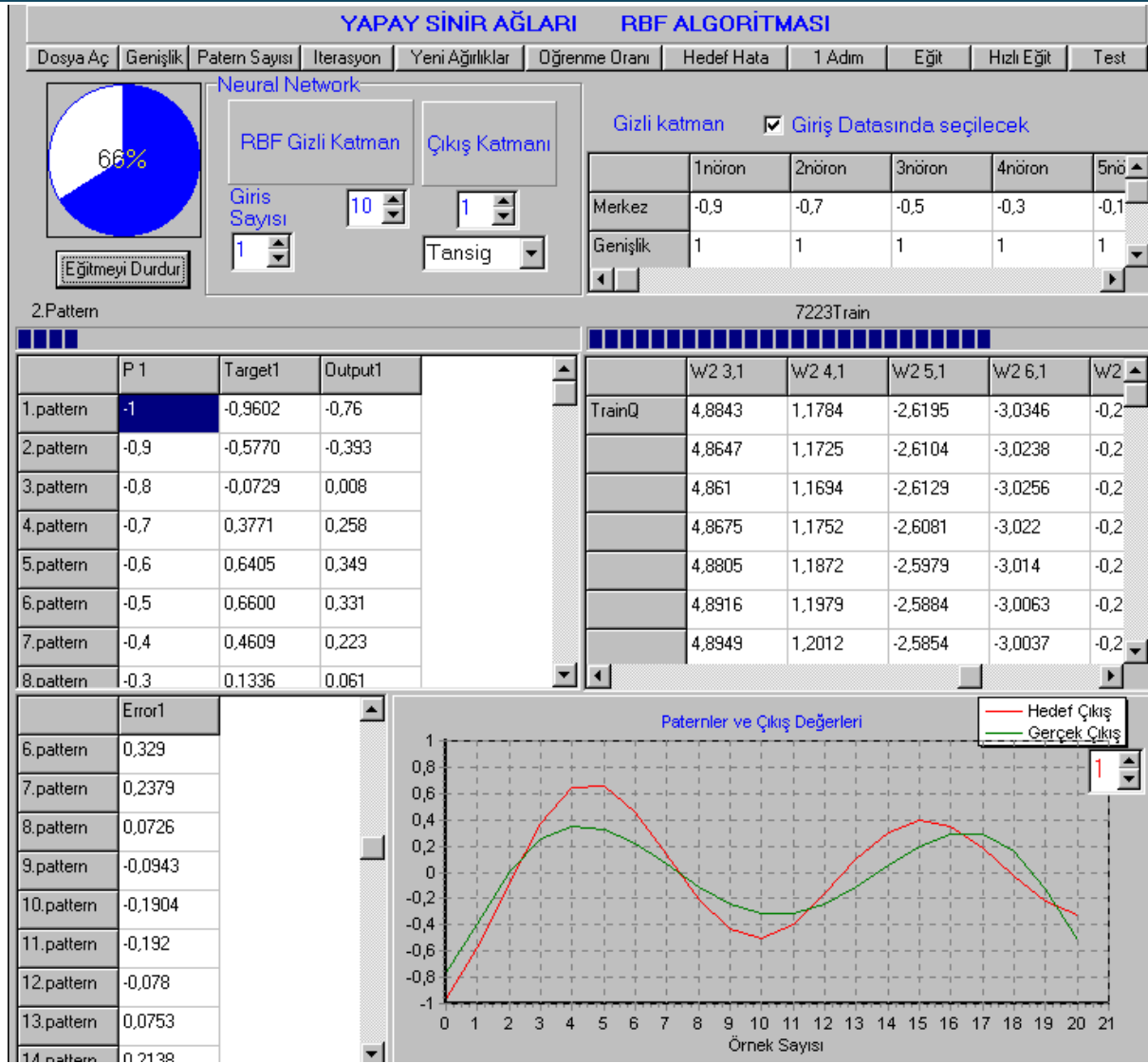


Figure 7. Radial Basis Function Simulator

3.5 Discussion

The results suggest that the NeuroQuick Laboratory Simulator can serve as an efficient educational framework for teaching fundamental and intermediate ANN concepts. Its compatibility with web-based platforms further broadens its usability for distance education and virtual laboratories, addressing the growing need for accessible and interactive learning tools in engineering and computer science curricula.

Moreover, the simulator's modular and extensible design provides a foundation for future integration with advanced neural models such as Convolutional Neural Networks (CNNs) and Recurrent Neural Networks (RNNs), potentially expanding its scope to modern deep learning education. The menus for the simulators described above are displayed in Turkish. The Neuroquick simulator has been developed using the English language. The lecture notes and other simulators will also be translated into English.

4. CONCLUSIONS

This study presented the design, implementation, and educational evaluation of the NeuroQuick Laboratory Simulator, a web-based and object-oriented platform developed to facilitate the teaching and learning of Artificial Neural Networks (ANNs). The simulator enables users to build, train, and visualize various neural architectures through an intuitive and interactive interface, effectively bridging the gap between theoretical understanding and practical application.

The experimental and pedagogical analyses demonstrated that NeuroQuick performs efficiently across multiple ANN models—Perceptron, MLP, Hebb Learning, and RBF—and provides users with real-time feedback on training progress and performance metrics. The integration of ActiveX technology for google chrome and Internet Explorer-based execution successfully extended the simulator's accessibility to web environments, allowing remote and collaborative educational use without requiring local installation.

From an educational standpoint, the NeuroQuick simulator contributes significantly to active and experiential learning in neural network education. Students and instructors reported enhanced comprehension of core ANN principles and greater engagement through interactive experimentation. The platform's modular structure, visualization capabilities, and adaptability make it suitable for a broad audience, ranging from undergraduate learners to advanced researchers.

In conclusion, the NeuroQuick Laboratory Simulator stands as an effective and sustainable educational tool for modern artificial intelligence curricula. Its flexibility, accessibility, and user-centered design demonstrate strong potential for integration into online learning environments and distance education frameworks. Future research may focus on expanding the simulator to support deep learning architectures, cross-platform browser compatibility, and the incorporation of data-driven performance assessment modules to further enhance its educational value and technological scope.

REFERENCES

- Aguirre, F., Sebastian, A., Le Gallo, M., Song, W., Wang, T., Yang, J. J., Lu, W., Chang, M.-F., Ielmini, D., & Yang, Y. (2024). Hardware implementation of memristor-based artificial neural networks. *Nature communications*, 15(1), 1974.
- Ahmed, M. R., Fahim, M. A. I., Islam, A. M., Islam, S., & Shatabda, S. (2023). DOLG-NeXt: Convolutional neural network with deep orthogonal fusion of local and global features for biomedical image segmentation. *Neurocomputing*, 546, 126362.
- Borghi, P. H., Zakordonets, O., & Teixeira, J. P. (2021). A COVID-19 time series forecasting model based on MLP ANN. *Procedia Computer Science*, 181, 940-947.
- Chaturvedi, I., Cambria, E., & Welsch, R. E. (2023). Teaching simulations supported by artificial intelligence in the real world. *Education Sciences*, 13(2), 187.
- Cipriano, B. P., & Alves, P. (2023). Gpt-3 vs object oriented programming assignments: An experience report. Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1,
- Haghighat, E., Amini, D., & Juanes, R. (2022). Physics-informed neural network simulation of multiphase poroelasticity using stress-split sequential training. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 397, 115141.
- Jonsson, A. (2021). ASSESSING DELPHI AS A PROGRAMMING LANGUAGE FOR BEGINNERS: A relative assessment of programming languages from a beginner's perspective. In.
- Kisby, C. S., Blanco, S. A., & Moss, L. S. (2024). What do hebbian learners learn? reduction axioms for iterated hebbian learning. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence,
- Krenker, A., Bešter, J., & Kos, A. (2011). Introduction to the artificial neural networks. *Artificial Neural Networks: Methodological Advances and Biomedical Applications. InTech*, 1-18.
- Laubscher, R. (2021). Simulation of multi-species flow and heat transfer using physics-informed neural networks. *Physics of Fluids*, 33(8).
- Singh, N., & Sabrol, H. (2021). Convolutional neural networks-an extensive arena of deep learning. A comprehensive study. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 28(7), 4755-4780.
- Wazirali, R., Yaghoubi, E., Abujazar, M. S. S., Ahmad, R., & Vakili, A. H. (2023). State-of-the-art review on energy and load forecasting in microgrids using artificial neural networks, machine learning, and deep learning techniques. *Electric power systems research*, 225, 109792.
- Weiss, R., Karimijafarbigloo, S., Roggenbuck, D., & Rödiger, S. (2022). Applications of neural networks in biomedical data analysis. *Biomedicines*, 10(7), 1469.
- Wong, T.-S., & Lin, Y.-T. (2025). Exploring the Effects of Simulation-Based Instruction for Neural Networks. 2025 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON),
- Wu, N.-J. (2021). Predicting the compressive strength of concrete using an RBF-ANN model. *Applied Sciences*, 11(14), 6382.
- Wu, Y.-c., & Feng, J.-w. (2018). Development and application of artificial neural network. *Wireless Personal Communications*, 102(2), 1645-1656.
- Xia, J., Khabaz, M. K., Patra, I., Khalid, I., Alvarez, J. R. N., Rahmanian, A., Eftekhari, S. A., & Toghraie, D. (2023). Using feed-forward perceptron Artificial Neural Network (ANN) model to determine the rolling force, power and slip of the tandem cold rolling. *ISA transactions*, 132, 353-363.
- Yegnanarayana, B. (2009). *Artificial neural networks*. PHI Learning Pvt. Ltd.

KALAY BAZLI KATALİZÖRLERİN BİZMUT KATALİZÖRLERİYLE DEĞİŞTİRİLMESİNİN POLİÜRETAN SÜNGERLERİN HAVA GEÇİRGENLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

Aysel Sıla TOPÇU

Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi, Kozluk Mahallesi, D-100 Yan Yol D:No: 10, 54200, Sakarya

ORCID ID: 0000-0003-0681-8033

Muhammet Barış EKİCİ

Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi, Kozluk Mahallesi, D-100 Yan Yol D:No: 10, 54200 Sakarya

ORCID ID: 0000-0003-4263-0636

Eren ERTİK

Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi, Kozluk Mahallesi, D-100 Yan Yol D:No: 10, 54200, Sakarya

ORCID ID: 0000-0002-2552-4375

Murat ZENGİN

Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi, Kozluk Mahallesi, D-100 Yan Yol D:No: 10, 54200, Sakarya

ORCID ID: 0000-0002-6171-5574

Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, **ORCID ID:** 0000-0002-9568-7049

ÖZET

Bu çalışmada, çevresel ve toksikolojik kaygılar nedeniyle kullanım alanı giderek kısıtlanan kalay bazlı katalizörlerin yerine, alternatif olarak bizmut bazlı katalizörlerin poliüretan (PU) esnek köpük üretiminde kullanımının mikroyapı ve hava geçirgenliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Referans numune, jelleşme katalizörü olarak kalay(II) neodekanoat kullanılarak üretilmiş ve 2,60 SCFM hava geçirgenliği değeri göstermiştir. Aynı kimyasal formülasyon korunarak, farklı oranlarda (%0,5–%2,5) Bismut(III) neodekanoat kullanımıyla hazırlanan numunelerde jelasyon–üfleme reaksiyonları arasındaki kinetik dengenin değişmesine bağlı olarak belirgin morfolojik farklılıklar gözlenmiştir. Düşük katalizör konsantrasyonlarında (%0,5), jelleşme reaksiyonunun yavaşlaması üfleme reaksiyonunu baskın hale getirmiş, pencere yırtılmalarını artırmış ve retikülasyon derecesini yükselterek geçirgenlikte yaklaşık %11,5’lik bir artış sağlamıştır. Buna karşılık, katalizör oranının artması (%1–%2,5), jelasyon kinetiğini hızlandırarak hücre zarlarının erken stabilizasyonuna neden olmuş, pencere yırtılmalarını sınırlamış ve geçirgenliği kademeli olarak azaltmıştır. En düşük geçirgenlik değeri, %2,5 bizmut katalizörlü numunede 2,20 SCFM olarak ölçülmüş ve referansa göre %15,4 oranında bir azalma kaydedilmiştir. Mikroyapı analizleri, katalizör türü ve konsantrasyonunun köpük hücre morfolojisini ve açık hücre fraksiyonunu belirleyen temel parametreler olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, uygun oranlarda kullanıldığında

bizmut katalizörlerinin, kalay bazlı sistemlere çevresel açıdan daha güvenli ve teknik olarak uygulanabilir bir alternatif sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Poliüretan köpük, bizmut katalizörleri, kalay katalizörleri, hücre morfolojisi, hava geçirgenliği

EFFECT OF SUBSTITUTING TIN-BASED CATALYSTS WITH BISMUTH CATALYSTS ON THE AIR PERMEABILITY OF POLYURETHANE FOAMS
ABSTRACT

This study investigates the effects of replacing conventional tin-based catalysts with bismuth-based catalysts on the microstructure and air permeability of flexible polyurethane (PU) foams. Due to increasing environmental and toxicological concerns, the use of tin catalysts is being restricted, prompting the need for alternative catalytic systems. A reference foam prepared with tin(II) neodecanoate as the gelling catalyst exhibited an air permeability of 2.60 SCFM. Maintaining the same chemical formulation, foams were produced by replacing the tin catalyst with varying concentrations (0.5–2.5 wt%) of bismuth(III) neodecanoate. Significant morphological differences were observed depending on the catalyst concentration, as the kinetic balance between the gelling and blowing reactions shifted. At low catalyst concentration (0.5 wt%), the slower gelling reaction allowed the blowing reaction to dominate, promoting extensive window rupture, increasing the degree of reticulation, and enhancing air permeability by approximately 11.5% compared to the reference. In contrast, higher catalyst concentrations (1–2.5 wt%) accelerated gelling, resulting in earlier cell wall stabilisation, reduced window rupture, and a progressive decrease in permeability. The lowest air permeability (2.20 SCFM) was recorded for the 2.5 wt% bismuth catalyst, corresponding to a 15.4% reduction relative to the reference. Microstructural analyses revealed that both catalyst type and concentration are critical parameters governing cell morphology and open-cell content in PU foams. The results demonstrate that bismuth-based catalysts, when used at appropriate concentrations, offer a technically viable and environmentally safer alternative to conventional tin-based catalytic systems for producing open-cell polyurethane foams.

Keywords: Polyurethane foam, bismuth catalysts, tin catalysts, cell morphology, air permeability

1. GİRİŞ

Poliüretanlar (PU), çok yönlülükleri ve geniş uygulama alanları sayesinde birçok endüstride büyük popülerlik kazanmış polimerik malzemelerdir. Poliüretanlar, poliolün hidroksil (OH) grupları ile izosiyanatın (NCO) fonksiyonel grupları arasındaki reaksiyon sonucu üretilirler (Heiran et al. 2021; Kulczycka et al. 2019). Poliüretanlar ilk kez 1939 yılında Otto Bayer

tarafından, polyesterdiol ve diizosiyanatın reaksiyonu yoluyla sentezlenmiştir. Bu malzemeler, küresel pazarda hızla yer edinmiştir. Özellikleri sayesinde poliüretanlar, inşaat mühendisliği, ambalaj endüstrisi, otomotiv, mobilya üretimi ve daha fazlası gibi çeşitli alanlarda kullanılmıştır. Poliüretanlar en sık esnek ve sert köpükler, elastomerler, kaplamalar, termoplastikler veya yapıştırıcılar olarak kullanılır (Gajanayake et al. 2025; Aryee et al. 2024; Ates et al. 2022; Tao et al. 2022).

Esnek poliüretan köpükler, en popüler poliüretan malzemelerdir ve görünür yoğunlukları 10 ila 120 kg/m³ düzeyindedir, ısı iletkenlik katsayıları ise 0.034 ila 0.039 W/(m·K) aralığındadır. Esnek poliüretan köpükler, diizosiyanatın doğrusal yapıdaki polihidrik alkol bileşikleriyle poliilave reaksiyonu sırasında elde edilir (Lavazza et al. 2024). Genellikle esnek poliüretan köpükler %60 ila %90 arasında açık hücrelere sahip olabilir. Bu köpüklerde açık hücre yapıları, daha iyi geçirgenlik ve daha yüksek esneklik sağlar. Bu durum, özellikle konfor gerektiren uygulamalarda avantajlıdır. Esnek poliüretan köpükler çoğunlukla otomotiv, mobilya, ayakkabı veya tıp alanlarında kullanılır.

Poliüretan malzemelerin üretiminde, genellikle mekanik, kimyasal veya termal özelliklerini iyileştiren çeşitli tipte katkı maddeleri kullanılır. En popüler katkı maddeleri arasında katalizörler, yüzey aktif maddeler (sümfaktanlar), alev geciktiriciler, şişirme ajanları veya dolgu maddeleri bulunur. Katalizörler, polioller ve izosiyanatlar arasındaki reaksiyonları hızlandırmak için tasarlanmış malzemelerdir. Endüstride önemli olan reaksiyon süresi, yapısı ve malzemenin nihai özellikleri üzerinde kontrol sağlamaya olanak tanırırlar. Geleneksel olarak kullanılan katalizörler arasında, polimerizasyon reaksiyonlarını etkili bir şekilde hızlandıran tersiyer aminler (örneğin, trietilendiamin) ve kalay bazlı organometalik bileşikler bulunur. Ancak, bu bileşiklerin toksisitesi ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle, daha sürdürülebilir katalizörlere olan ihtiyaç artmaktadır. Sürdürülebilir bileşiklere örnek olarak, çinko bazlı katalizörler (örneğin, çinko asetat veya çinko oksit) verilebilir (Rani et al. 2019). Bizmut, düşük toksisiteli bir metaldir, üretan bağı oluşumu reaksiyonunda yüksek seçicilik gösterir, bu da köpürme süreci ve poliüretanın nihai özellikleri üzerinde kontrol sağlamaya ve ayrıca uçucu organik bileşiklerin emisyonunu sınırlamaya olanak tanır.

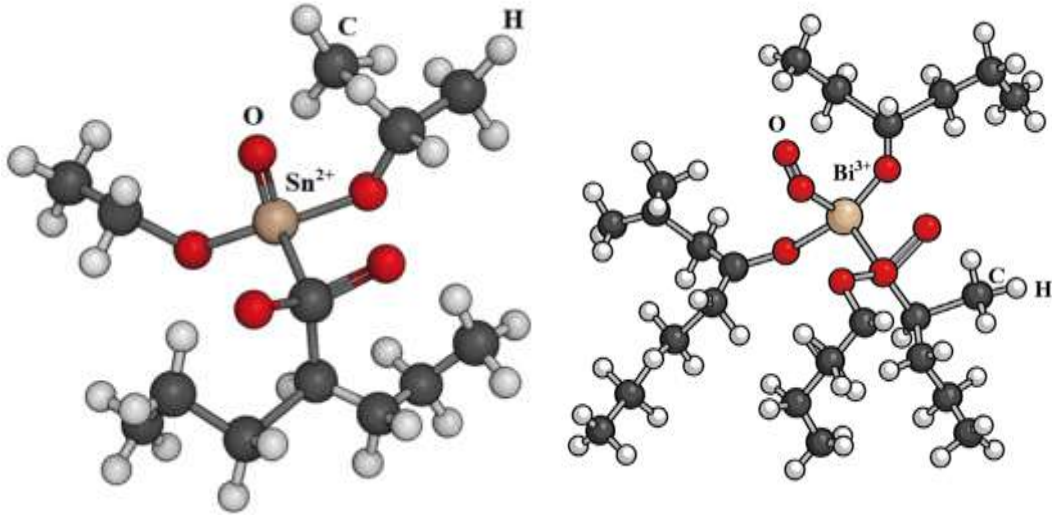
Bu araştırmada, yaygın kullanımına karşın toksik etkileri nedeniyle belirli uygulamalarda kısıtlamalarla karşılaşan kalay (Sn) esaslı katalizörlere alternatif olabilecek bizmut (Bi) temelli bir katalizörün uygulanabilirliği incelenmiştir. Bizmut; yalnızca görece düşük toksisite profiliyle değil, aynı zamanda Lewis asidi özelliği göstermesiyle de öne çıkan bir elementtir (Athaniyar 2002). Geleneksel olarak gastrointestinal tedavilerde ve topikal merhemlerde

sıklıkla kullanılan bizmut bileşikleri, insan sağlığı açısından güvenilir kabul edilmektedir. Nitekim, bizmut karboksilatların poliüretan (PU) sistemlerinde etkili katalizörler olarak değerlendirilebileceği çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Tan 2018). Bu nedenle bizmut, hem çevre hem de insan sağlığı açısından daha güvenli PU köpüklerin üretimi için umut verici bir seçenek olarak görülmektedir. Bu çalışma kapsamında, klasik kalay bazlı katalizörlerin yerine bizmut esaslı katalizörlerin kullanıldığı PU köpükler sentezlenmiş; elde edilen malzemelerin morfolojik ve hava geçirgenliği özellikleri ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Sonuçlar, bizmut bazlı katalizörlerin PU sistemlerindeki potansiyel kullanımına ilişkin önemli bulgular sağlamaktadır.

2. MATERYAL VE METOTLAR

2.1.Metal Katalizörler (Kalay(II) neodekanoat ve Bismut(III) neodekanoat)

Kalay(II) neodekanoat, poliüretan (PU) sünger üretiminde kullanılan temel metal karboksilat katalizörüdür. Bismut(III) neodekanoat ise poliüretan (PU) sünger üretiminde alternatif olarak kullanılabilecek metal karboksilat katalizörüdür. Şekil 1’de gösterildiği gibi her iki bileşik de merkezde bir metal iyonu ve bu metale oksijen atomları üzerinden bağlanmış neodekanoat ($C_{10}H_{19}O_2^-$) gruplarından oluşur. Organik kısım aynı tür dallanmış alkil karboksilat grubudur. Bu nedenle her ikisi de organometalik karboksilat yapısına sahip ve poliüretan reaksiyonunda benzer mekanizma ile – yani poliolün hidroksil gruplarını aktive ederek – kataliz yapar. Aralarındaki en temel fark, merkezdeki metal ve oksidasyon durumudur. Bismut +3 değerliklidir ve üç neodekanoat ligandı taşır. Kalay ise +2 değerliklidir ve iki neodekanoat ligandı ile koordine olur. Bu yapısal fark, katalizörlerin tepkime hızını ve çalışma şeklini etkiler. Kalay(II) neodekanoat genellikle daha hızlı reaksiyon başlatır. Bu özellik, yüksek hava geçirgenliğine sahip, esnek süngerlerin üretiminde avantajlıdır. Buna karşılık bismut(III) neodekanoat daha kontrollü bir reaksiyonla köpürme ve jelasyon dengesini yavaşça geliştirir. Bu sayede homojen ve dengeli hücre yapısı oluşmasına yardımcı olur.

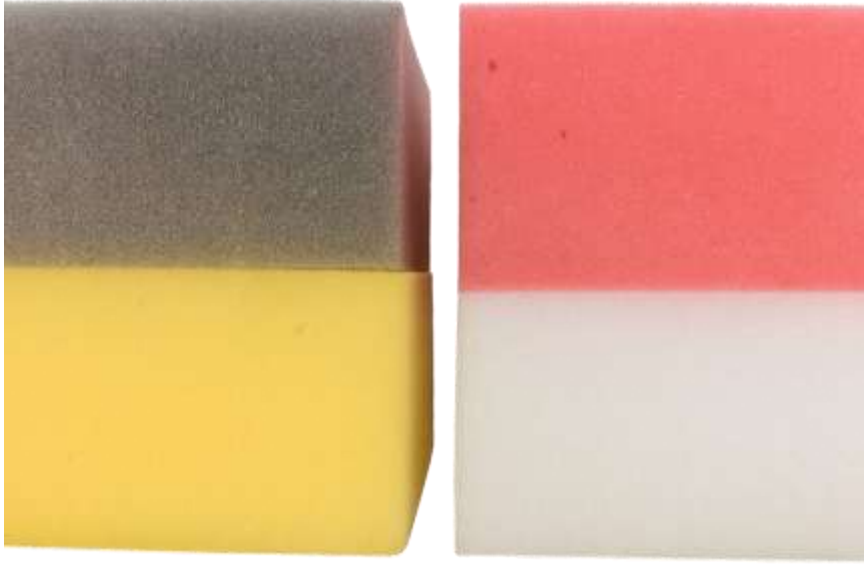


Şekil 1. Kalay(II) neodekanoat ve bismut(III) neodekanoat katalizörlerinin moleküler yapıları

Sonuç olarak her iki katalizör de PU sünger üretiminde etkili biçimde kullanılabilir. Kalay(II) neodekanoat hızlı ve ekonomik bir üretim sağlarken, bismut(III) neodekanoat daha çevre dostu ve kontrollü bir reaksiyon sunar. Süngerin istenen özelliklerine ve üretim hedeflerine göre tek başına veya birlikte kullanılarak reaksiyon hızı, gözenek yapısı, mekanik dayanım ve çevresel uygunluk açısından en iyi denge sağlanabilir.

2.2.Poliüretan sünger karakterizasyonu

Esnek poliüretan (PU) süngerlerin üretimi, metal ve amin bazlı katalizörlerin birlikte yer aldığı bir formülasyon temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Deney koşulları kapsamında, amin katalizör miktarı ile izosiyanat indeksi sabit tutulmuş; metal katalizör bileşeni olarak ise Kalay(II) neodekanoat ve Bismut neodekanoat ayrı ayrı denenmiştir. Sentez sürecinin başlangıcında, süngerin ana polimer ağını oluşturmak üzere poliol, amin katalizör, silikon katkısı, su ve tercih edilen metal katalizör (Kalay(II) veya Bismut neodekanoat) homojen bir ön karışım elde edilecek şekilde bir araya getirilmiştir. Bu karışım hazırlandıktan sonra izosiyanat bileşeni sisteme eklenmiştir. Hazırlanan reaktif karışım, gecikme olmaksızın kalıplara dökülerek oda sıcaklığında serbest kabarma reaksiyonuna bırakılmıştır. Köpük örnekleri, morfolojik ve yapısal analizlerden önce tam kürlenme ve stabilizasyonun sağlanabilmesi için oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Üretilen PU süngerlerin görsel görünümü Şekil 2’de verilmiştir.

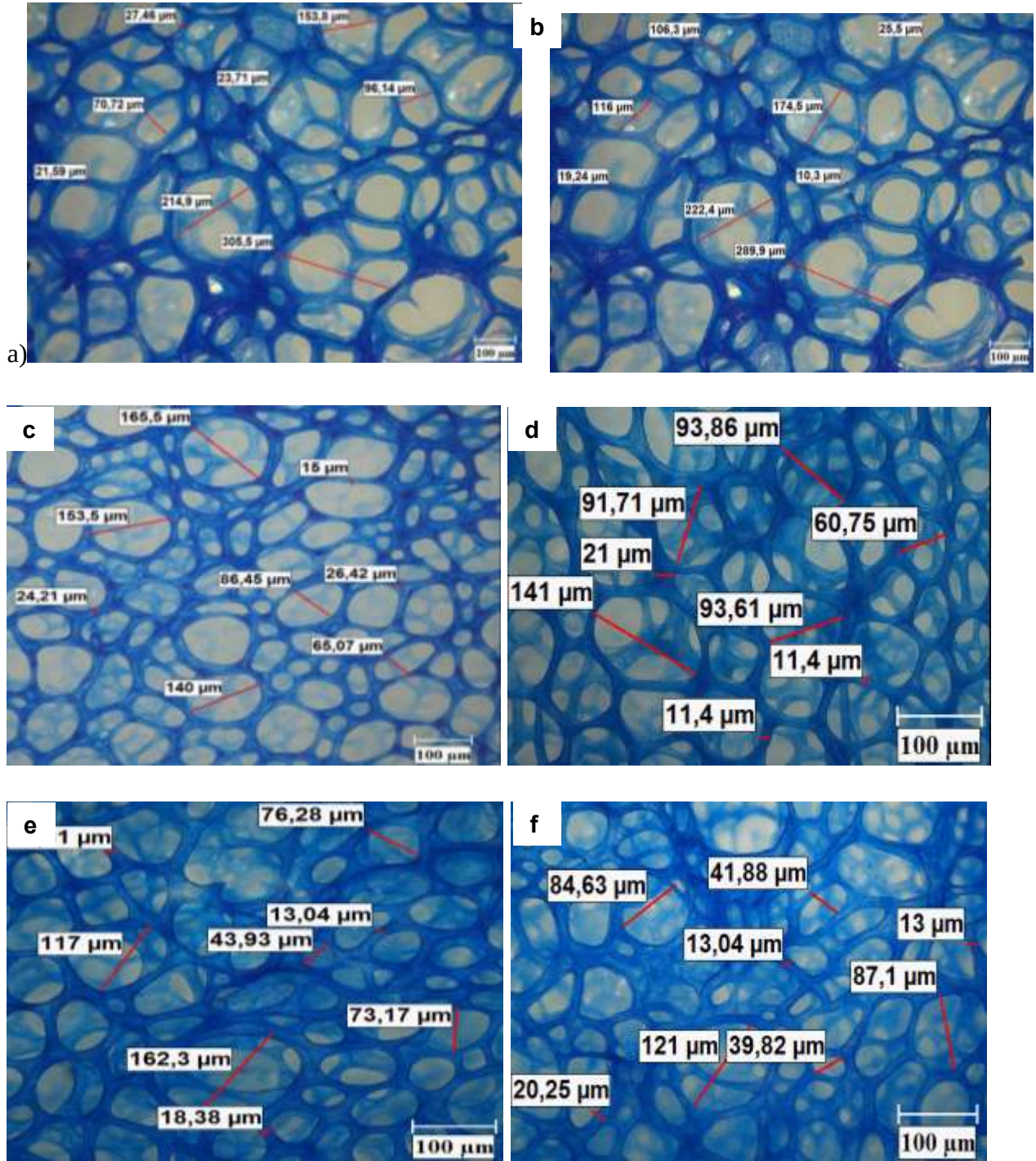


Şekil 2. Üretilen poliüretan sünger numuneleri

3. DENEYSEL SONUÇLAR

3.1.Mikroskopik Gözenek Analizi

Süngerin gözenek yapısı malzemenin yumuşaklık, esneklik, dayanıklılık, hava ve sıvı geçirgenliği, yalıtım ve emicilik gibi temel özelliklerini belirler. Büyük ve açık gözenekler malzemeyi hafif, esnek ve hava geçirgen hâle getirirken küçük ve kapalı gözenekler ısı ve ses yalıtımını artırır. Gözenek duvarlarının kalınlığı ise hem mukavemeti hem de esnekliği dengeler. Bu nedenle üretim sırasında kullanılan katalizör tipi, miktarı ve köpürme koşulları gözenek yapısını ve dolayısıyla süngerin kullanım performansını belirleyen en önemli etkenlerdir. Şekil 3’de, farklı katalizör türü ve oranları kullanılarak üretilen poliüretan (PU) süngerlerin gözenek yapılarını karşılaştırmalı biçimde ortaya koymuştur.



Şekil 3. Üretilen poliüretan süngerlerin mikroskop görüntüleri a) PU_{Ref.} b) PU_{Bi0.5} c) PU_{Bi1} d) PU_{Bi1.5} e) PU_{Bi2} f) PU_{Bi2.5}

Şekil 3a–f’de, farklı jelleşme katalizörleri kullanılarak sentezlenen poliüretan (PU) köpüklerin mikroyapıları gösterilmektedir. Kalay(II) neodekanoat (PU_{Ref.}) ve bizmut neodekanoat (PU_{Bi0.5}) katalizörleriyle üretilen poliüretan köpüklerin mikroyapısal incelemesi sonucunda, (PU_{Ref.}) köpüğün ortalama gözenek çapı 168,2 µm ve ortalama ağ kalınlığı 24,2 µm, (PU_{Ref.}) köpüğün

ise ortalama gözenek çapı 181,8 μm ve ortalama ağ kalınlığı 18,3 μm olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Bi-neo katalizörüyle üretilen köpüğün daha büyük gözeneklere ve daha ince ağ yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Açık hücreli PU köpüklerde hava geçirgenliği büyük ölçüde gözenek boyutu, ağ kalınlığı ve toplam porozite tarafından belirlenir. Gözenek boyutunun artması ve ağ kalınlığının azalması, hücreler arası açıklıkları büyütür ve toplamda geçirgenliği artırır. Bi-neo köpüğün ortalama gözenek çapı Sn-neo köpüğe göre yaklaşık %8 daha büyük, ağ kalınlığı ise %24 daha incedir. Bu farklar, hava geçirgenliğinde belirgin bir artışa işaret etmektedir. Hücre boyutundaki artış yalnızca geometrik olarak geçirgenliği yaklaşık %17 oranında yükseltebilecekken, ağ kalınlığındaki azalma özgül yüzey alanını azaltarak bu etkinin daha da kuvvetlenmesine neden olur. Dolayısıyla Bi-neo ile üretilen köpükte, Sn-neo köpüğe kıyasla daha yüksek hava geçirgenliği beklenmektedir. Bu bulgu, açık hücreli köpüklerde gözeneklilik ile hava geçirgenliği arasındaki pozitif korelasyonla tam uyum göstermektedir.

Bizmut neodekanoat katalizörleriyle üretilen PU_{Bi1} açık hücreli PU köpüklerin mikroyapısal ölçümleri, ortalama gözenek çapının 122,1 μm ve ağ kalınlığının 21,8 μm olduğunu göstermiştir. PU_{Bi1} köpükte gözenek çapı Sn-neo'ya göre ~%27 daha küçülmüş ve ağ kalınlığı ~%10 incelmıştır. $\text{PU}_{\text{Bi1.5}}$ açık hücreli PU köpüklerin mikroyapısal ölçümleri, ortalama gözenek çapının 96,2 μm ve ağ kalınlığının 14,6 μm olduğunu göstermiştir. $\text{PU}_{\text{Bi1.5}}$ köpükte gözenek çapı Sn-neo'ya göre ~%37 daha küçülmüştür ve ağ kalınlığı ~%39 incelmıştır. PU_{Bi2} açık hücreli PU köpüklerin mikroyapısal ölçümleri, ortalama gözenek çapının 94,5 μm ve ağ kalınlığının 15,7 μm olduğunu göstermiştir. PU_{Bi2} köpükte gözenek çapı Sn-neo'ya göre ~%43 daha küçülmüştür ve ağ kalınlığı ~%35 incelmıştır. $\text{PU}_{\text{Bi2.5}}$ açık hücreli PU köpüklerin mikroyapısal ölçümleri, ortalama gözenek çapının 74,8 μm ve ağ kalınlığının 15,4 μm olduğunu göstermiştir. $\text{PU}_{\text{Bi2.5}}$ köpükte gözenek çapı Sn-neo'ya göre ~%55 daha küçülmüş ve ağ kalınlığı ~%36 incelmıştır. Bu da özgül yüzey alanını azaltarak geçirgenliği kısmen artırıcı yönde etki etse de, bu etki gözenek çapındaki belirgin küçülmenin yarattığı akış kesiti daralmasını telafi edecek büyüklükte değildir. Dolayısıyla, Sn-neo ile üretilen köpüğün hava geçirgenliğinin Bi-neo'ya kıyasla daha yüksek olması beklenir. Bulgular, mikroyapı-akış ilişkisinde daha büyük hücre çapı ve yeterli açıklık, viskoz kayıpları düşürerek ve etkin poroziteyi artırarak hava geçirgenliğini yükseltir; gözenek çapındaki azalma ise, ağ incelmesinin sağladığı sınırlı kazanımlara rağmen, geçirgenliği baskın biçimde düşürür.

Sonuç olarak, kalay(II) neodekanoat katalizörü hızlı jelleşmeyi teşvik ederek yüksek derecede retiküle, açık hücreli ve geçirgen bir poliüretan köpük yapısı oluşturmuştur. Bizmut neodekanoat katalizörü daha yavaş reaksiyon kinetikleri nedeniyle farklı derecelerde membran yırtılması, hücre birleşmesi ve ağ oluşumu sergileyen, genellikle daha heterojen ve kısmen açık hücreli morfolojilere yol açmıştır. Bu farklılıklar, jelleşme ve şişme reaksiyonları arasındaki hız dengesinin köpük mikroyapısının belirlenmesinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

3.2.Hava geçirgenliği Testi

Poliüretan (PU) köpüklerin performans özellikleri, hücre morfolojisiyle doğrudan ilişkilidir ve bu morfolojinin önemli göstergelerinden biri hava geçirgenliğidir. Hava geçirgenliği testi, birim zamanda malzeme içerisinden geçen hava miktarını ölçerek, malzemenin açık hücre oranı, gaz difüzyon yolları ve genel “nefes alabilirlik” kapasitesi hakkında bilgi sağlar. Bu çalışma kapsamında, esnek PU süngerlerin hava geçirgenlikleri ASTM D-3574 standardına uygun olarak ölçülmüş ve katalizör tipi ile konsantrasyonunun geçirgenlik üzerindeki etkisi sistematik şekilde incelenmiştir. Tablo 1’de, hava geçirgenlik değerleri verilmiştir.

Tablo 1. Poliüretan süngerlerin hava geçirgenlik değerleri

Numune	SCFM (ft ³ /min)
PU _{Ref.}	2,60
PU _{Bi0.5}	2,90
PU _{Bi1}	2,50
PU _{Bi1.5}	2,40
PU _{Bi2}	2,25
PU _{Bi2.5}	2,20

Referans numunesi (PU_{Ref.}), jelleşme katalizörü olarak Kalay(II) neodekanoat kullanılarak sentezlenmiş ve 2,60 SCFM hava geçirgenliği değeri göstermiştir. Aynı poliüretan formülasyonu korunarak, katalizör sistemi Bismut(III) neodekanoatla değiştirilmiş ve %0,5–%2,5 aralığında farklı konsantrasyonlarda üretilen numunelerde morfolojik ve geçirgenlik açısından belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, katalizör konsantrasyonunun jelasyon–üfleme reaksiyonları arasındaki kinetik dengeyi doğrudan etkilediğini ve bunun hücre morfolojisi ile retikülasyon derecesi üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. %0,5 oranında Bismut(III) neodekanoat içeren PU_{Bi0.5} numunesi, 2,90 SCFM ile en yüksek hava geçirgenliğini sergilemiş ve referansa kıyasla yaklaşık %11,5 oranında bir artış göstermiştir. Düşük katalizör konsantrasyonu, üretan oluşum hızını azaltarak jelleşme reaksiyonunu görece yavaşlatmış, böylece üfleme reaksiyonunun baskın hale gelmesine neden olmuştur. Bu kinetik

kayma, hücre duvarlarının geç stabilize olmasına, membranların daha uzun süre gaz basıncına maruz kalarak yırtılmasına ve retikülasyon derecesinin artmasına yol açmıştır. Sonuç olarak, açık hücre fraksiyonu yükselmiş ve gaz akış yolları genişleyerek geçirgenlik artmıştır. Literatürde de düşük katalizör oranlarının, hücre zarlarının geç jelleşmesi nedeniyle daha kapsamlı pencere yırtılmalarını ve açık hücreli yapıların oluşumunu desteklediği raporlanmıştır. Katalizör oranının %1 ve üzerine çıkarılmasıyla birlikte geçirgenlik değerlerinde ters yönlü bir eğilim gözlenmiştir. PU_{Bi1} , $PU_{Bi1.5}$ ve PU_{Bi2} numunelerinde hava geçirgenliği sırasıyla 2,50; 2,40 ve 2,25 SCFM olarak belirlenmiştir. Bu düşüş, artan katalizör miktarına bağlı olarak jelasyon reaksiyonunun hızlanması ve polimer zincir ağının daha erken oluşmasıyla açıklanabilir. Erken jelasyon, membranların stabilizasyonunu üfleme reaksiyonundan önce tamamlayarak pencere yırtılmalarını sınırlandırmakta, dolayısıyla hücre bağlantılarını azaltarak daha kapalı bir morfolojiye yol açmaktadır. Bu durum, gaz difüzyon yollarının daralmasına ve geçirgenliğin azalmasına neden olmuştur. En düşük hava geçirgenliği, %2,5 katalizör oranına sahip $PU_{Bi2.5}$ numunesinde 2,20 SCFM olarak ölçülmüş ve referansa göre %15,4 oranında bir azalma kaydedilmiştir. Bu sonuç, artan bismut katalizör konsantrasyonunun retikülasyon derecesini düşürerek hücre ağını giderek daha kapalı hale getirdiğini ve difüzyon yollarını kısıtladığını net biçimde ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, Bismut(III) neodekanoat katalizör konsantrasyonunun hava geçirgenliği üzerinde parabolik karakterde bir etki oluşturduğu görülmektedir. Düşük konsantrasyonlarda geçirgenlik artırıcı bir etki gözlenirken, yüksek konsantrasyonlarda geçirgenlik kademeli olarak azalmaktadır. Bu eğilim, jelasyon-üfleme reaksiyon dengesi üzerindeki katalizör miktarının kritik rolünü açıkça ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, katalizör tipi ve miktarının hassas kontrolü, poliüretan köpüklerin hedeflenen fonksiyonel özelliklerinin (örneğin yüksek hava geçirgenliği gerektiren konfor uygulamaları) optimize edilmesinde stratejik bir araç olarak değerlendirilebilir.

4. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışma, jelleşme katalizör türü ve konsantrasyonunun poliüretan (PU) köpüklerin mikroyapısı ve hava geçirgenliği üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Kalay(II) neodekanoat katalizörü, hızlı jelleşme kinetiği sayesinde yüksek derecede retiküle, açık hücreli bir morfoloji ve 2,60 SCFM hava geçirgenliği sağlamıştır. Aynı formülasyonda Bismut(III) neodekanoatın %0,5 oranında kullanımı, jelleşme-üfleme dengesini üfleme lehine kaydırarak pencere yırtılmalarını artırmış, açık hücre fraksiyonunu yükseltmiş ve geçirgenliği 2,90 SCFM'e çıkararak referansa göre %11,5 artış sağlamıştır. Katalizör oranının %1 ve üzerine çıkarılması,

jelleşmenin hızlanmasına ve membran stabilizasyonunun erken gerçekleşmesine yol açarak daha kapalı hücre morfolojileri oluşturmuş; buna bağlı olarak hava geçirgenliği kademeli olarak azalmış ve %2,5 oranında 2,20 SCFM değeri ile minimuma ulaşmıştır. Mikroyapı analizleri, bizmut katalizli sistemlerde düşük konsantrasyonlarda daha açık ve heterojen, yüksek konsantrasyonlarda ise kısmen açık hücreli yapılara geçiş olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, katalizör türü ve konsantrasyonunun köpük hücre morfolojisini belirleyen kritik parametreler olduğunu ve uygun koşullarda bizmut katalizörlerinin, çevresel açıdan daha güvenli bir alternatif olarak kalay bazlı sistemlerin yerini alabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Aryee, R., & Kanda, W. (2024). A strategic framework for analysing the effects of circular economy practices on firm performance. *Journal of Cleaner Production*, 476, 143753. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143753>
- Athanikar, N. K. (2002). *Bismuth-containing compounds in topical dosage forms for treatment of corneal and dermal wounds* (U.S. Patent No. 6,372,784 B1).
- Ates, M., Karadag, S., Eker, A. A., & Eker, B. (2022). Polyurethane foam materials and their industrial applications. *Polymer International*, 71(10), 1157–1163.
- Gajanayake, A., & Iyer-Raniga, U. (2025). If there is waste, there is a system: Understanding Victoria's circular economy transition from a systems thinking perspective. *Ecological Economics*, 227, 108395. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108395>
- Heiran, R., Ghaderian, A., Reghunadhan, A., Sedaghati, F., Thomas, S., & Haghighi, A. H. (2021). Glycolysis: An efficient route for recycling of end of life polyurethane foams. *Journal of Polymer Research*, 28. <https://doi.org/10.1007/s10965-020-02383-z>
- Kulczycka, J. (2019). *Gospodarka o obiegu zamkniğtym w polityce i badaniach naukowych* [Circular economy in policy and scientific research]. Krakow: Wydawnictwo IGSMiE PAN.
- Lavazza, J., Zhang, Q., de Kergariou, C., Comandini, G., Briscoe, W. H., Rowlandson, J. L., Panzera, T. H., & Scarpa, F. (2024). Rigid polyurethane foams from commercial castor oil resins. *Polymer Testing*, 135, 108457. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2024.108457>
- Rani, M., Keshu, J., Yadav, J., & Shanker, U. (2021). Green synthesized Zn-based catalysts, zinc-based nanostructures for environmental and agricultural applications. In *Nanobiotechnology for plant protection* (pp. 93–121). Elsevier.
- Tan, C., Luona, V., Tirri, T., & Wilen, C.-E. (2018). The synthesis of low-viscosity organotin-free moisture-curable silane-terminated poly(urethane-urea)s. *Polymers*, 10, 781.
- Tao, Y., Liang, X., Zhang, J., Lei, I. M., & Liu, J. (2022). Polyurethane vitrimers: Chemistry, properties and applications. *Journal of Polymer Science*, 61(19), 2233–2253.

DÜŞÜK TOKSİSİTELİ BİZMUTLU KATALİZÖR KULLANILARAK SENTEZLENEN POLİÜRETAN SÜNGERLERİN MEKANİK PERFORMANS ANALİZİ

Aysel Sıla TOPÇU

Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi, Kozluk Mahallesi, D-100 Yan Yol D:No: 10, 54200,
Sakarya

ORCID ID: 0000-0003-0681-8033

Muhammet Barış EKİCİ

Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi, Sakarya, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-4263-0636

Eren ERTİK

Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi, Kozluk Mahallesi, D-100 Yan Yol D:No: 10, 54200,
Sakarya

ORCID ID: 0000-0002-2552-4375

Murat ZENGİN

Aydın Endüstri San Tic A.Ş. AR-GE Merkezi, Kozluk Mahallesi, D-100 Yan Yol D:No: 10, 54200,
Sakarya

ORCID ID: 0000-0002-6171-5574

Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-9568-7049

ÖZET

Poliüretanlar (PU), di- veya poliizosiyanatların, di- veya poliollerle katalizör eşliğinde gerçekleştirdiği poliadisyon reaksiyonu sonucu elde edilir. Ancak izosiyanatların ve özellikle kalay(II) neodekanoat gibi organokalay bazlı katalizörlerin sağlık ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri, sürdürülebilir PU üretim süreçlerinin önünde önemli bir engel teşkil etmektedir. Bu çalışma, esnek PU sünger formülasyonlarında kalay(II) neodekanoatın, toksisitesi daha düşük ve çevre açısından daha güvenli bir alternatif olan bizmut neodekanoatla ikamesinin etkilerini incelemektedir. Bizmut katalizör dozajının köpürme-jelasyon reaksiyon dengesi üzerindeki rolünü anlamak amacıyla, yoğunluk, kopma uzaması ve kalıcı deformasyon gibi yapısal ve mekanik özellikler sistematik olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bizmut dozajındaki değişimin reaksiyon kinetiğini belirgin şekilde etkilediğini ve sünger morfolojisi ile mekanik performans üzerinde doğrudan yansımaları olduğunu göstermiştir. Uygun dozaj aralığında, bizmut katalizörleri PU süngerlerin yapısal bütünlüğünü koruyabilmiş ve bazı temel özellikleri kalay katalizörlü örneklerle kıyasla iyileştirmiştir. Bu bulgular, köpürme ve jelasyon süreçleri arasındaki hassas kinetik dengenin sürdürülebilir üretimdeki önemini vurgulamaktadır. Genel olarak çalışma, bizmut neodekanoatın endüstriyel ölçekte kullanılabilir bir katalizör alternatifi olduğunu ve çevresel açıdan daha sürdürülebilir PU sünger üretim süreçlerine geçişte etkili bir strateji sunduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelime: Poliüretan Sünger, Bizmut Katalizör, Düşük Toksisite

ABSTRACT

Polyurethanes (PUs) are synthesised through the polyaddition of di- or polyisocyanates with di- or polyols in the presence of catalysts. However, the adverse health and environmental impacts of isocyanates and organotin-based catalysts, particularly tin(II) neodecanoate, represent a major barrier to sustainable PU production. This study investigates the replacement of tin(II) neodecanoate with bismuth neodecanoate, a less toxic and environmentally safer alternative, in the formulation of flexible PU foams. The effects of bismuth catalyst concentration on the structural and mechanical properties of the foams were systematically evaluated. Density, elongation at break, and permanent deformation measurements revealed that varying bismuth dosage significantly influences the balance between the blowing and gelling reactions, thereby affecting the foam morphology and mechanical performance. At optimised concentrations, bismuth-based catalysts preserved the structural integrity of PU foams and, in some cases, improved key mechanical properties compared to their tin-catalysed counterparts. These findings highlight the critical role of catalyst dosage in maintaining the delicate kinetic balance during foam formation. Overall, the study demonstrates that bismuth neodecanoate can serve as an industrially viable alternative to conventional organotin catalysts, enabling more sustainable PU foam production processes without compromising material performance. This work offers valuable insights into catalyst substitution strategies for advancing greener polyurethane technologies at a larger scale.

Keywords: Polyurethane foam, Bismuth catalyst, Low toxicity

1. GİRİŞ

Poliüretan (PU) kimyasının çok yönlülüğü, malzeme bilimi ve polimer teknolojisi alanlarında uzun süredir dikkat çeken ve yaygın olarak faydalanılan bir özelliktir. Bu çok yönlülük, PU'ların temel sentez mekanizmasında yer alan kimyasal çeşitlilikten kaynaklanmaktadır. PU'lar, di- veya poliizosiyanatların, di- veya poliollerle bir katalizör eşliğinde gerçekleşen poliadisyon reaksiyonu yoluyla sentezlenir. Bu reaksiyonun sonucunda oluşan farklı kimyasal yapılar, PU malzemelerinin köpük, kaplama, elastomer, yapıştırıcı gibi çok çeşitli formlarda üretilebilmesine olanak tanımaktadır (Akindoyo ve ark. 2016). PU sistemleri, yüksek performanslı özellikleri ve uygulama alanlarındaki esneklikleri nedeniyle otomotiv, inşaat, ambalaj, tekstil, tıbbi cihazlar gibi birçok endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu geniş kullanım yelpazesine rağmen, PU üretiminde kullanılan temel hammaddelerden biri olan izosiyanatların toksik doğası, çevresel ve sağlık açısından önemli sınırlamalar doğurmaktadır (Peyrton ve ark. 2021; Stachak ve ark 2021; Sardon ve ark. 2015). Özellikle endüstriyel ölçekte

izosiyanatların üretimi ve kullanımı, hem iş güvenliği açısından risk teşkil etmekte hem de sürdürülebilirlik hedefleriyle örtüşmemektedir. PU köpüklerinin oluşumu, eşzamanlı gerçekleşen iki temel kimyasal reaksiyona dayanmaktadır. Bunlardan ilki, izosiyanat grupları ile hidroksil grupları arasındaki polimerizasyon (ya da diğer adıyla jel oluşumu) reaksiyonudur. İkinci reaksiyon ise, izosiyanatların suyla tepkimeye girerek karbondioksit (CO_2) üretmesiyle oluşan köpürme reaksiyonudur. Bu iki rekabet halindeki reaksiyonun kinetiğinin dikkatli biçimde kontrol edilmesi, elde edilecek köpüğün hücre yapısı, yoğunluğu, mekanik dayanımı ve termal kararlılığı gibi temel özelliklerini belirler. Dolayısıyla, bu süreçte kullanılan katalizörler, reaksiyon verimliliğini artırmanın yanı sıra reaksiyon hızlarını optimize etmek ve istenmeyen yan reaksiyonları azaltmak gibi çok önemli görevler üstlenmektedir (Silva ve ark. 2004; Molero ve ark 2009).

PU köpük üretiminde genellikle amin bazlı ve metal bazlı katalizörler birlikte kullanılmaktadır. Amin katalizörleri, polimerizasyon reaksiyonuna doğrudan katkı sağlarken aynı zamanda köpürme reaksiyonunu da destekleyici bir rol oynar. En yaygın kullanılan amin katalizörlerinden bazıları, üçüncül aminler grubuna girer ve reaksiyon mekanizmasını hızlandırmalarıyla bilinirler (Silva ve ark. 2004). Ancak bu tür aminlerin yüksek uçuculuğu, üretim esnasında hoş olmayan kokulara ve sağlık sorunlarına (örneğin glaukopsi) yol açabilmektedir. Metal katalizörler ise genellikle polimerizasyon reaksiyonunun aktivasyonu amacıyla kullanılır ve sistemin yüksek reaksiyon hızına ulaşmasına yardımcı olur (Molero ve ark 2009). Bu bağlamda, çevreye ve insan sağlığına daha duyarlı üretim süreçlerinin benimsenmesi amacıyla, araştırmalar hem toksik etkisi düşük alternatif organik katalizörlerin (Van Maris ve ark. 2005; Dworakowska ve ark. 2014) hem de alternatif metal bazlı katalizörlerin (Rolph ve ark. 2016; Levent ve ark. 2021) kullanımına yönelmiştir. Literatürde özellikle demir, çinko, titanyum (Schellekens ve ark. 2014), kobalt, bakır (Ligabue ve ark. 1998) ve zirkonyum (Sardon ve ark 2009) gibi metaller içeren komplekslerin PU üretiminde potansiyel katalizör olarak değerlendirildiği birçok çalışma mevcuttur.

Bu çalışmada, yaygın olarak kullanılan ancak toksikliği nedeniyle bazı uygulama alanlarında sınırlamalar getiren kalay (Sn) bazlı katalizörlerin yerine, potansiyel bir alternatif olarak bizmut (Bi) bazlı bir katalizörün kullanımı araştırılmıştır. Bizmut, yalnızca düşük toksisitesiyle değil, aynı zamanda Lewis asidi gibi davranabilmesi nedeniyle de dikkat çeken bir metaldir (Athanikar ve ark. 2002). Geleneksel olarak gastrointestinal ilaçlar ve topikal merhemlerde yaygın olarak kullanılan bizmut bileşikler, insan sağlığı açısından görece güvenli kabul edilmektedir. Özellikle bizmut karboksilatların PU sistemlerinde etkili katalizörler olarak

kullanılabileceği gösterilmiştir (Rueping ve ark. 2011; Tan ve ark 2018). Dolayısıyla bizmut, düşük toksisiteye sahip, çevre ve sağlık açısından daha güvenli poliüretan köpüklerin (PU) üretimi için umut verici bir aday olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, klasik kalay bazlı katalizörlerin yerine bizmut kullanılarak üretilen PU köpükler hazırlanmış, bu köpüklerin morfolojik yapıları ve mekanik özellikleri ayrıntılı olarak karakterize edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bizmut bazlı katalizörlerin PU sistemlerinde kullanılabilişliğine dair önemli veriler sunmaktadır.

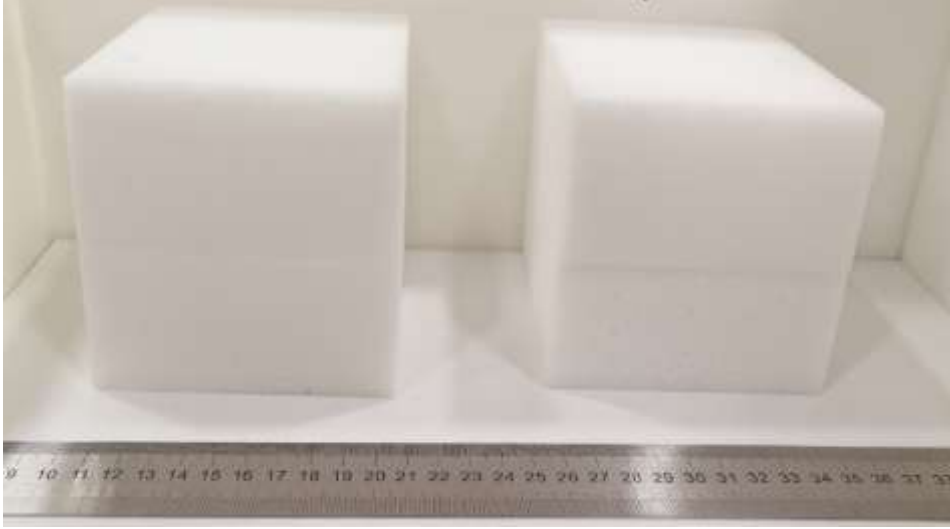
2. MATERYAL VE METOTLAR

2.1.Bizmut(III) neodekanoat Metal Katalizör

Bizmut(III) neodekanoat poliüretan (PU) sünger üretiminde alternatif olarak kullanılabilecek metal karboksilat katalizörüdür. Bizmut(III) neodekanoat merkezde bir metal iyonu ve bu metale oksijen atomları üzerinden bağlanmış neodekanoat ($C_{10}H_{19}O_2^-$) gruplarından oluşur. Organik kısım dallanmış alkil karboksilat grubudur. Bu nedenle organometalik karboksilat yapısına sahip ve poliüretan reaksiyonunda benzer mekanizma ile – yani poliolün hidroksil gruplarını aktive ederek – kataliz yapar. Bizmut +3 değerliklidir ve üç neodekanoat ligandı taşır. Bizmut(III) neodekanoat daha kontrollü bir reaksiyonla köpürme ve jelasyon dengesini yavaşça geliştirir. Bu sayede homojen ve dengeli hücre yapısı oluşmasına yardımcı olur. Sonuç olarak bizmut(III) neodekanoat PU sünger üretiminde etkili biçimde kullanılabilir. Bizmut(III) neodekanoat daha çevre dostu ve kontrollü bir reaksiyon sunar. Süngerin istenen özelliklerine ve üretim hedeflerine göre tek başına veya birlikte kullanılarak reaksiyon hızı, gözenek yapısı, mekanik dayanım ve çevresel uygunluk açısından en iyi denge sağlanabilir.

2.2.Poliüretan Sünger Üretimi

Esnek PU'lar, metal ve amin katalizörlerinin karışımıyla hazırlandı. Amin katalizörü ve izosiyanat indeksi sabit tutulurken, metal katalizör olarak hem kalay hem de bizmut katalizörleri kullanıldı. İlk aşamada poliol, amin, silikon, su ve metal katalizör (Kalay(II) neodekanoat veya Bizmut neodekanoat) karıştırılarak süngerin matris fazı oluşturulmuştur. Daha sonra, izosiyanatlar ön karışıma eklendi. Elde edilen formülasyon hemen bir kalıba döküldü ve oda sıcaklığında serbest kabarmaya bırakıldı. Köpükler, karakterizasyonlarından önce 24 saat oda sıcaklığında bırakıldı ve şekillendirildi. Üretilen PU süngerler Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Üretilen poliüretan sünger numuneleri

2.3.Poliüretan Sünger Karakterizasyonu

Poliüretan köpüklerin fiziksel ve mekanik özellikleri, üretim sürecinin tamamlanmasının ardından ayrıntılı biçimde karakterize edilmiştir. Bu malzemelerin yapısal ve performans özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla yoğunluk, elastikiyet, kopma uzaması ve yırtılma dayanımı gibi temel parametreler incelenmiştir. Yoğunluk tayini, belirlenen boyutlardaki numunelerin hassas terazi ile tartılması ve elde edilen kütle değerinin hacme oranlanması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Elastikiyet, kopma uzaması ve yırtılma dayanımı ölçümleri ise standartlaştırılmış numuneler üzerinde, ilgili mekanik test cihazları kullanılarak yapılmıştır. Mekanik davranışın belirlenmesi için çekme ve kopma dayanımı TS EN ISO 1798, yırtılma direnci ASTM D3574-F, elastikiyet TS EN ISO 8307, sertlik TS 2706 EN ISO 2439 ve yoğunluk ölçümü ISO 845 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3. DENEYSEL SONUÇLAR

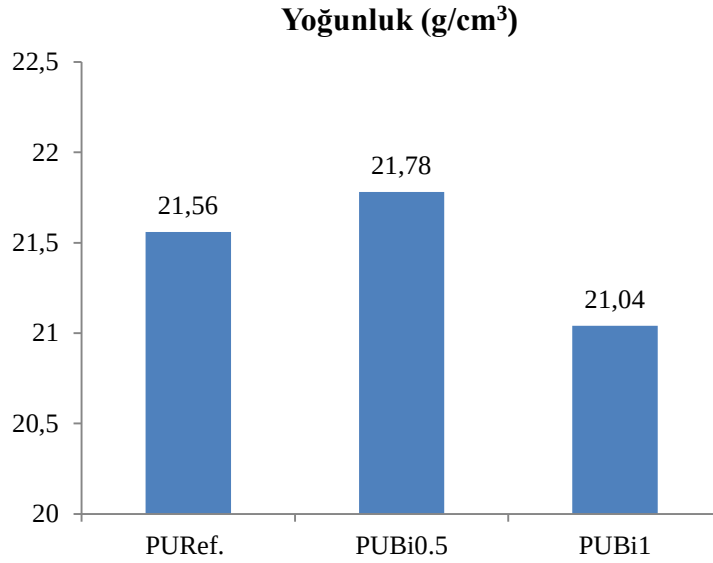
3.1.Fiziksel ve Mekanik Test Sonuçları

Bu çalışmada, PU_{Ref} , $PU_{Bi0.5}$ ve PU_{Bi1} olmak üzere üç farklı sünger numunesinin mekanik test sonuçları sunulmaktadır (Tablo 1). PU_{Ref} numunesi, üretiminde Kalay(II) neodekanoat kullanılarak elde edilirken, PU_{Bi} numunelerinde Kalay(II) neodekanoat yerine farklı oranlarda Bizmut neodekanoat kullanılarak üretilmiştir. Temel amaç, Kalay(II) neodekanoat yerine Bizmut neodekanoat süngerin mekanik özelliklerini nasıl etkilediğini, özellikle de yoğunluk, elastikiyet, kopma mukavemeti, kopma uzaması, yırtılma mukavemeti ve kalıcı deformasyon değişimlerini değerlendirmektir.

Tablo 1. Poliüretan süngerlerin mekanik testleri

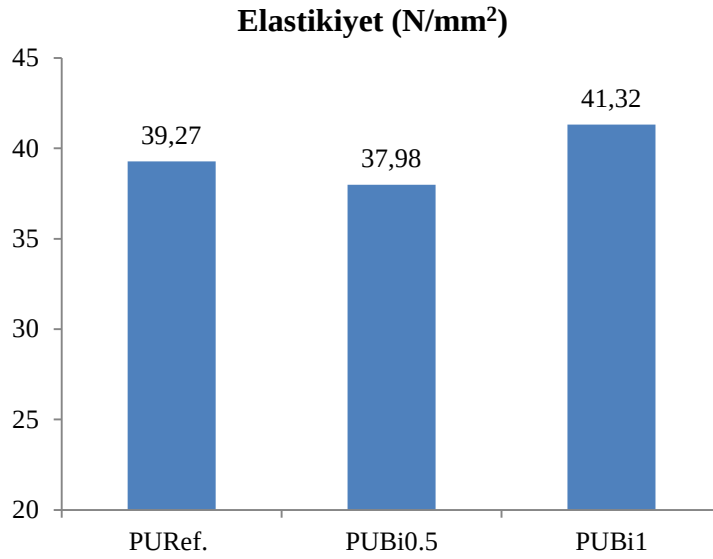
Numune	Yoğunluk (g/cm ³)	Elastikiyet (N/mm ²)	Kopma Mukavemeti (N/mm ²)	Kopma Uzaması (%)	Yırtılma Mukavemeti (N/cm)	Kalıcı Deformasyon (%)
PU _{Ref.}	21,56	39,27	0,14	134,84	2,46	4,34
PU _{Bi0.5}	21,78	37,98	0,13	130,11	2,40	4,41
PU _{Bi1}	21,04	41,32	0,11	146,9	2,61	4,18

Numunelerin yoğunluk değerleri incelendiğinde (Şekil 2), Kalay(II) neodekanoatlı PU_{Ref.} süngerin yoğunluğu 21,56 g/cm³ iken, Bizmut neodekanoatlı PU_{Bi0.5} numunenin yoğunluğu 21,78 g/cm³'e yükselmiştir. Ancak PU_{Bi1} numunesinin yoğunluğu 21,04 g/cm³'e gerilediği görülmektedir. Yani düşük oranda bizmut ilavesi yoğunluğu hafifçe artırırken, oran yükseldikçe bu artış kısmen tersine dönmektedir. Poliüretan süngerlerde yoğunluk, hücre yapısının gözenek boyutu ve kapalı/açık hücre oranıyla doğrudan ilişkilidir. Bizmut neodekanoat, kalayla aynı temel katalitik görevi üstlenmesine rağmen farklı koordinasyon yapısı ve kataliz mekanizması nedeniyle köpikleşme ve jel reaksiyonlarının hız dengesini değiştirir. Bu da karışımın genleşme davranışını ve dolayısıyla hücre boyutu ile hacimsel kütle dağılımını etkiler. İlk bizmut katkısında gözlenen yoğunluk artışı, karışımın daha homojen kabarmasına ve gözeneklerin kısmen daha küçük ya da daha düzenli oluşmasına bağlıdır. Bizmut miktarının artmasıyla ise reaksiyon hızının aşırı yavaşlaması, hücre duvarlarının incelmeye ya da kapalı hücre oranının azalmasına yol açarak yoğunluğun yeniden düşmesine neden olmuştur. Dolayısıyla farklı oranlarda bizmut kullanımı, poliüretan süngerin mikro gözenekli yapısını değiştirerek yoğunluk üzerinde kademeli ve çift yönlü bir etki yaratmıştır.



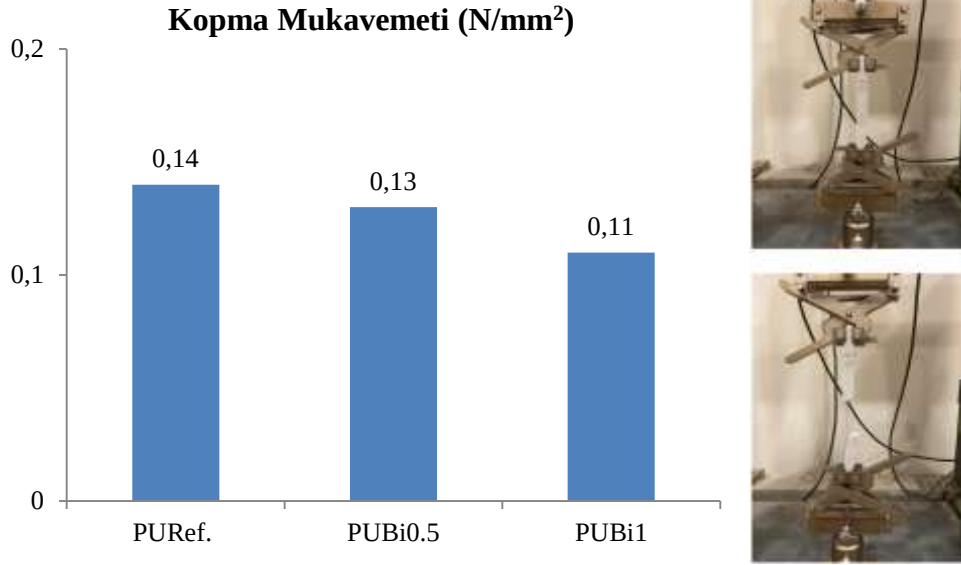
Şekil 2. Poliüretan süngerlerin yoğunlukları grafiğı

Şekil 3’deki elastikiyet değerleri, katalizör tip ve dozajındaki değişimin poliüretan ağ yapısının mekanik yanıtını doğrudan etkilediğini gösteriyor. Kalay(II) neodekanoat kullanılan PUNef. süngerde elastikiyet 39,27 N/mm² iken, bizmut neodekanoatın düşük dozda kullanıldığı PUBi0.5 numunesinde değer 37,98 N/mm² ile pratik olarak korunmuştur. PUBi1 numunesinde ise elastikiyet 41,32 N/mm²’ye belirgin biçimde artmıştır. Bizmut karboksilatlar, kalay(II) katalizörlere kıyasla jel reaksiyonunu genellikle daha düşük özgül aktiviteyle katalize eder ve köpürme–jel dengesi ile krem/akma/jelasyon sürelerini farklılaştırır. Bu kinetik kayma, hücre duvar kalınlığı ve bütünlüğünü belirleyen jel noktasına ulaşmadan önce karışımın daha fazla genişlemesine ve dolayısıyla mikro hücre geometrisinde büyüme ile duvar incelmesine yol açmaktadır. Kalay ve bizmut neodekanoatlar kimyasal olarak benzer katalitik görevi görse de, iyonik yarıçap, koordinasyon geometrisi ve organometalik komplekslerin çapraz bağ oluşumuna etkileri gibi faktörlerde farklılıklar vardır. Düşük dozda bizmut katkısı, ağ yapısındaki zincirler arası bağ yoğunluğunu veya homojenliğini olumsuz etkileyerek elastikiyetin düşmesine yol açmıştır. Buna karşılık daha yüksek bizmut içeren sistem, polimerizasyon sürecinde farklı bir çapraz bağlanma düzeni oluşturarak malzemenin elastik modülünü artırmıştır.



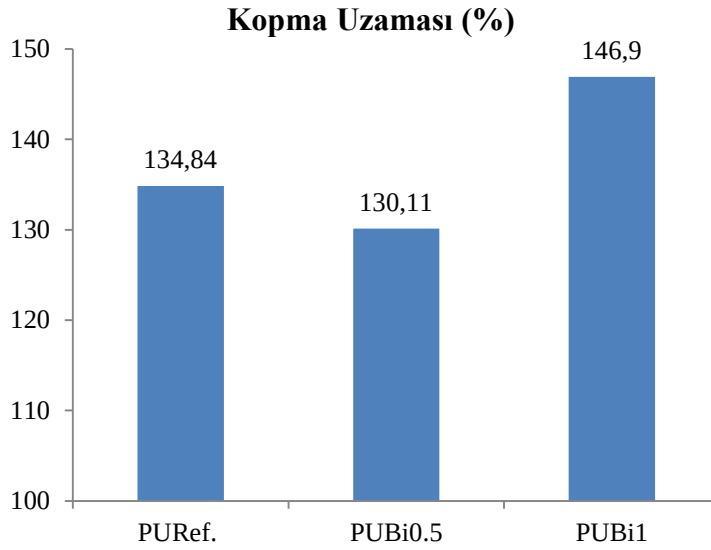
Şekil 3. Poliüretan süngerlerin elastikiyet grafiği

Şekil 4'deki kopma mukavemeti değerleri, Kalay(II) neodekanoatlı PUNef. numunede 0,14 N/mm² olan değer, bizmut neodekanoatın düşük dozda kullanıldığı PUBi0.5'te 0,13 N/mm²'ye sınırlı bir düşüş göstermiş, PUBi1'de 0,11 N/mm²'ye gerilemiştir. Kopma mukavemeti, esasen hücre duvar/destek kalınlığı ile bunların birbirine bağlandığı düğüm noktalarının sürekliliğine ve sert-yumuşak segment morfolojisine bağlıdır. Bizmut karboksilatlar, kalaya benzer fonksiyonu üstlense de jel (poliol-izosiyanat) ile köpürme (su-izosiyanat) reaksiyonlarının rölatif hızlarını farklı ayarlar; düşük dozda jel-köpürme dengesi, daha ince dağılımlı hücre boyutu ve daha düzgün destek oluşumu lehine kayarak yerel gerilme yığılmalarını azaltabilir. Bu durum, yoğunluk artışıyla da uyumlu biçimde PUBi0.5'de kopma mukavemetinin hafifçe azalmasını açıklar. Doz yükseldiğinde ise jelasyonun köpürmeye göre gecikmesi veya faz ayırımının zayıflaması, hücrelerin büyümesine ve duvarların incelmesine, ayrıca düğüm noktalarında mikro boşluk ve kusur yoğunluğunun artmasına yol açarak sürekli bir iskelet üretir; sonuçta makro ölçekte kopma mukavemeti düşer. Olası ilave etkiler arasında bizmut komplekslerinin koordinasyon kimyası nedeniyle karışım viskozitesinin ve krem/gel sürelerinin değişmesi, gaz hapsi ve açık hücre oranındaki artış, üre/üretan oranında ve mikro-faz morfolojisinde oluşan farklılıklar sayılabilir. Netice olarak, düşük doz bizmut katalizi destek bütünlüğünü bozmadan kopma mukavemetini bir miktar azaltırken, yüksek doz yapısal kusurları ve duvar incelmelerini teşvik ederek kopma davranışını zayıflatmıştır.



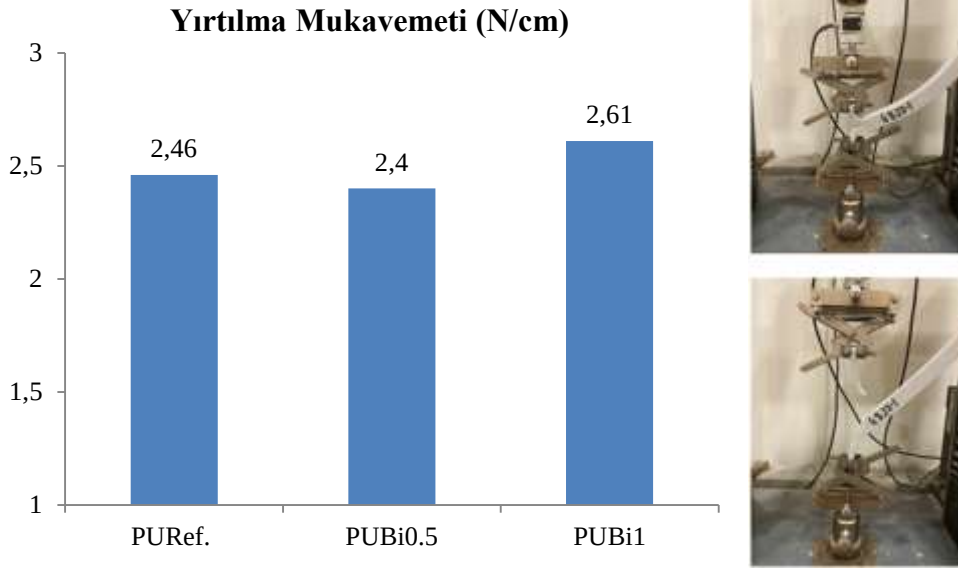
Şekil 4. Poliüretan süngerlerin kopma mukavemeti grafiği

Şekil 5'deki kopma uzaması değerleri, kalaydan bizmuta geçişle birlikte süngerin şekil değiştirerek yük taşıyabilme kapasitesinde belirgin bir gerileme olduğunu göstermektedir. PUN_{ef} numunede %134,84 olan uzama, $PUBi_{0.5}$ 'de %130,11'e düşmüş, $PUBi_1$ 'de ise %146,9'a artmıştır. Poliüretan köpüklerde kopma uzaması; hücresel iskeletin sürekliliği (gözenek duvar/destek kalınlığı ve düğüm noktaları), sert-yumuşak segment morfolojisi ve mikro-kusur yoğunluğunun bir bileşkesidir. Mikro-yapısal zayıflıklar, uzama sırasında gerilmenin yerel olarak yığılmasına ve erken yırtılma başlatıcılarının oluşmasına neden olur; böylece makro ölçekte kopma uzaması düşer. $PUBi_{0.5}$ numunesinde elastikiyetin düşmesine rağmen uzamanın artmaması tersine anlamlı biçimde azalması matriksin yumuşamasına karşın iskelet bütünlüğünün ve sert segment sürekliliğinin bozulduğunu, çapraz bağ dağılımının heterojenleştiğini ve hücre geometrisinin daha elverişsiz hale geldiğini göstermiştir. $PUBi_1$ 'de uzamanın artması, bizmut katalizörün su-izosiyanat tepkimesine görece düşük etkisi, daha kontrollü köpüklemeye ve daha homojen, gerilmeyi daha eşit dağıtan bir hücre yapısına olarak açıklanabilir. Ek olarak, bizmutun koordinasyon kimyasının karışım viskozitesi ve faz ayrımı üzerinde yarattığı değişim, sert/yumuşak segmentlerin mikro-faz ayrışmasını zayıflatıp enerji yayılım yollarını kısaltarak uzama davranışını daha da olumsuz etkilemektedir.



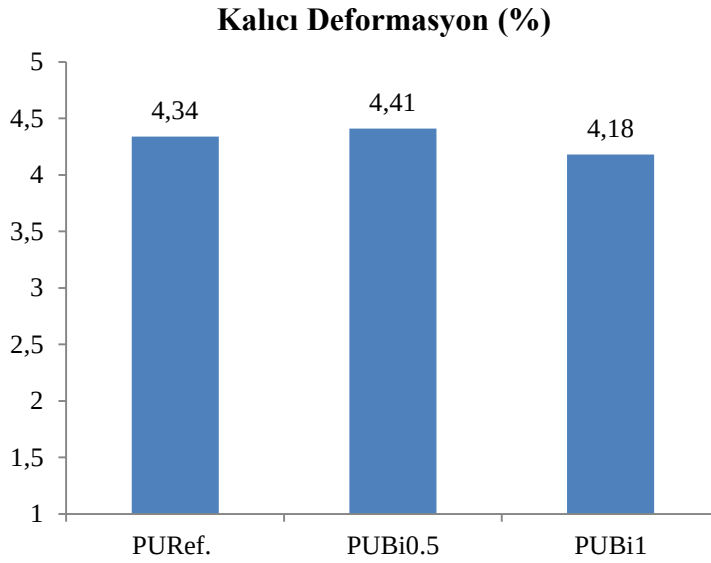
Şekil 5. Poliüretan süngerlerin kopma uzaması grafiğı

Şekil 6'daki yırtılma mukavemeti değerleri, Kalay(II) neodekanoatlı $PU_{Ref.}$ numunede 2,46 N/cm olan değer, $PU_{Bi0.5}$ 'de 2,40 N/cm'ye düşmüş, PU_{Bi1} 'de ise 2,31 N/cm'ye yükselmiştir. Yırtılma direnci, gözenek duvar/destek kalınlığı ile düğüm noktalarının sürekliliğine, hücre boyut dağılımına ve açık/kapalı hücre oranına duyarlıdır; ayrıca sert–yumuşak segment morfolojisi çatlak ucundaki gerilme yoğunlaşmasını dağıtma kapasitesini belirler. Bizmut karboksilatların kalaya göre daha ılımlı jel katalizi, yüksek dozda jel–köpürme dengesini hücrelerin daha düzenli ve desteklerin daha bütünlüklü oluşumu olumlu etkilemiştir. Bu durum hem yoğunluktaki artışla uyumlu hem de çatlak yayılımı sırasında yükün daha geniş bir iskeletçe taşınmasına izin vererek yırtılma mukavemetindeki artışı açıklamaktadır. Doz düştüğünde ise jelasyonun köpürmeye göre gecikmesi ve faz ayrımının zayıflaması hücrelerin irileşmesine, duvarların incelmeye ve düğüm bölgelerinde mikro boşluk/kusur yoğunluğunun artmasına yol açar; bu mikro yapısal kusurlar çatlak başlatıcıları gibi davranarak yırtılma yükünde düşüşe neden olur. $PU_{Bi0.5}$ numunesinde elastikiyetin azalmış olması, iskeletin taşıyıcı sürekliliğinin bozulduğunu ve çatlak enerjisini sönümleme yollarının kısaldığını gösterir; yoğunluğun referansa yakın seyretmesine rağmen yırtılma değerinin gerilemesi de morfolojinin tek başına kütle yoğunluğundan daha belirleyici olduğunu gösterir. Bu çerçevede, yüksek doz bizmut uygulaması hücre geometri ve bağ noktası bütünlüğünü iyileştirerek yırtılma direncini artırırken, daha düşük doz köpürme ve zayıf jel ağından kaynaklanan inceltme ve kusur birikimi nedeniyle çatlak ilerlemesine karşı direnci düşürmüştür.



Şekil 6. Poliüretan süngerlerin yırtılma mukavemeti grafiği

Şekil 7'deki kalıcı deformasyon sonuçları, katalizör tip ve dozajının köpüğün geri sekme kapasitesini belirleyen ağ bütünlüğü ve hücrel morfoloji üzerindeki etkisine duyarlı olduğunu ortaya koyuyor. Kalay(II) neodekanoatlı PU_{Ref} numune, jel (poliol-izosiyanat) ile köpürme (su-izosiyanat) reaksiyonlarının eşzamanlı ilerlemesi sayesinde sert segment sürekliliği ve yeterli çapraz bağ yoğunluğu sağlayarak düşük kalıcı deformasyonla sonuçlanırken, bizmut neodekanoatın ikame edilmesiyle bu denge özellikle yüksek dozda belirgin biçimde değiştirmiştir. PU_{Ref} için kalıcı deformasyon oranı %4,34 olarak belirlenmiştir. Bu değere kıyasla $PU_{Bi0.5}$ numunesinde deformasyon oranı hafif bir artışla %4,41'e ulaşmıştır. Buna karşın, PU_{Bi1} numunesinde bu oran %4,18'e düşmüştür. Bu sonuçlar, düşük konsantrasyonda bizmut katalizörü kullanımının poliüretan ağ yapısında daha gevşek bir zincir organizasyonu yaratarak kalıcı deformasyonu bir miktar artırabileceğini, ancak katalizör miktarının artışıyla birlikte daha yoğun çapraz bağ oluşumunun elastik geri kazanımı desteklediğini göstermektedir. Dolayısıyla, optimum bizmut içeriğiyle hazırlanan süngerlerin deformasyona karşı daha dirençli bir yapıya sahip olduğu söylenebilir. Genel olarak değerlendirildiğinde, tüm numunelerde elde edilen kalıcı deformasyon değerlerinin %5'in altında olması, sistemlerin termomekanik stabilite açısından kabul edilebilir düzeyde elastikiyet koruduğunu ve uygulanan ısı koşulları altında ciddi bir yapısal bozulma yaşanmadığını ortaya koymaktadır.



Şekil 7. Poliüretan süngerlerin kalıcı deformasyon grafiği

4. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışma, poliüretan (PU) sünger üretiminde kalay(II) neodekanoatın kısmen veya tamamen bizmut neodekanoat ile ikamesinin temel performans özellikleri üzerindeki etkilerini bütüncül olarak ortaya koymuştur. Yoğunluk, elastikiyet, kopma mukavemeti, kopma uzaması, yırtılma mukavemeti ve kalıcı deformasyon gibi mekanik ve fiziksel parametrelerin tümü, katalizör tipinin ve dozajının poliüretan köpükleşme-jelasyon dengesini değiştirdiğini açık biçimde göstermiştir. Düşük doz bizmut, reaksiyon hızını yavaşlatarak gözenek duvarlarında incelme ve düzensizlik yaratmış; bu durum kopma ve uzama değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Yüksek doz bizmut ise reaksiyon kinetiğini yeniden dengede tutarak daha homojen çapraz bağlanma ve düzenli hücre morfolojisi oluşturmuş, böylece elastik modül ve yırtılma direnci gibi mekanik performans göstergelerini geliştirmiştir. Sonuç olarak, kalay bazlı katalizörden bizmut bazlı katalizöre geçişin, çevre ve sağlık açısından avantajlarının yanı sıra, uygun dozaj seçimiyle poliüretan süngerlerin yapısal bütünlüğünü ve performansını da koruyabildiği, hatta bazı özellikleri iyileştirebildiği belirlenmiştir. Bu bulgular, çevre dostu ve düşük toksisiteli katalizörlerin PU sünger endüstrisinde sürdürülebilir bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini ve üretim parametrelerinin bizmut oranına göre optimize edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Akindoyo, J. O., Beg, M. D. H., Ghazali, S., Islam, M. R., Jeyaratnam, N., & Yuvaraj, A. R. (2016). Polyurethane types, synthesis and applications—A review. *RSC Advances*, 6, 114453–114482.

Athanikar, N. K. (2002). *Bismuth-containing compounds in topical dosage forms for treatment of corneal and dermal wounds* (U.S. Patent No. 6,372,784 B1).

- Dworakowska, S., Bogdał, D., Zaccheria, F., & Ravasio, N. (2014). The role of catalysis in the synthesis of polyurethane foams based on renewable raw materials. *Catalysis Today*, 223, 148–156.
- Levent, E., Sala, O., Wilm, L. F. B., Löwe, P., & Dielmann, F. (2021). Heterobimetallic complexes composed of bismuth and lithium carboxylates as polyurethane catalysts—Alternatives to organotin compounds. *Green Chemistry*, 23, 2747–2755.
- Ligabue, R. A., Monteiro, A. L., de Souza, R. F., & de Souza, M. O. (1998). Catalytic properties of $\text{Fe}(\text{acac})_3$ and $\text{Cu}(\text{acac})_2$ in the formation of urethane from a diisocyanate derivative and EtOH. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 130, 101–105.
- Molero, C., de Lucas, A., & Rodríguez, J. F. (2009). Activities of octoate salts as novel catalysts for the transesterification of flexible polyurethane foams with diethylene glycol. *Polymer Degradation and Stability*, 94, 533–539.
- Peyrton, J., & Avérous, L. (2021). Structure–properties relationships of cellular materials from biobased polyurethane foams. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 145, 100608.
- Rolph, M. S., Markowska, A. L. J., Warriner, C. N., & O'Reilly, R. K. (2016). Blocked isocyanates: From analytical and experimental considerations to non-polyurethane applications. *Polymer Chemistry*, 7, 7351–7364.
- Rueping, M., & Nachtsheim, B. J. (2011). Bismuth salts in catalytic alkylation reactions. In T. Ollevier (Ed.), *Bismuth-mediated organic reactions. Topics in current chemistry* (Vol. 311). Springer.
- Sardon, H., Irusta, L., & Fernández-Berridi, M. (2009). Synthesis of isophorone diisocyanate (IPDI) based waterborne polyurethanes: Comparison between zirconium and tin catalysts in the polymerization process. *Progress in Organic Coatings*, 66, 291–295.
- Sardon, H., Pascual, A., Mecerreyes, D., Taton, D., Cramail, H., & Hedrick, J. L. (2015). Synthesis of polyurethanes using organocatalysis: A perspective. *Macromolecules*, 48, 3153–3165.
- Schellekens, Y., Van Trimpont, B., Goelen, P.-J., Binnemans, K., Smet, M., Persoons, M.-A., & De Vos, D. (2014). Tin-free catalysts for the production of aliphatic thermoplastic polyurethanes. *Green Chemistry*, 16, 4401–4407.
- Silva, A. L., & Bordado, J. C. (2004). Recent developments in polyurethane catalysis: Catalytic mechanisms review. *Catalysis Reviews*, 46, 31–51.
- Stachak, P., Łukaszewska, I., Hedba, E., & Pielichowski, K. (2021). Recent advances in fabrication of non-isocyanate polyurethane-based composite materials. *Materials*, 14, 3497.
- Tan, C., Luona, V., Tirri, T., & Wilen, C.-E. (2018). The synthesis of low-viscosity organotin-free moisture-curable silane-terminated poly(urethane-urea)s. *Polymers*, 10, 781.
- Van Maris, R., Tamano, Y., Yoshimura, H., & Gay, K. M. (2005). Polyurethane catalysis by tertiary amines. *Journal of Cellular Plastics*, 41, 305–322.

ACIK VE KAPALI ORTAMLARDA BULUNAN KANATÇIK VE FAZ DEĞİŞTİREN MALZEME İÇEREN BATARYA MODÜLÜNÜN ISIL PERFORMANSININ ARAŞTIRILMASI

Eyyüp TEKER

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye

ORCID ID: 0009-0001-7857-6945

Dr. Öğr. Ü. Mustafa Yasin GÖKASLAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-3859-8485

ÖZET

Batarya ısı yönetim sisteminde ortam sıcaklığı ve modül muhafaza tasarımı oldukça önemlidir. Pilde üretilen ısıyı modülden uzaklaştırmada etkilidir. Bu çalışmada batarya modülündeki içindeki hücreler ince bir faz değıştiren malzeme katmanı ve bakır boru içerisinde olup bakır borunun etrafının dallı tip kanatçıklarla olduğu durumlarda batarya modülünün ısı performansı deneysel olarak incelenmiştir. Deşarj oranından bağımsız kapalı ortamlarda pil sıcaklıkları daha yüksektir. Fakat bakır boru ve kanatçık sıcaklıkları her iki ortamda da pilden çok az düşük sıcaklıktadır. 2C ve 3C deşarj oranında incelenmiş olup 3C deşarj oranında batarya kutusunun açık ve kapalı olması durumunda en yüksek pil sıcaklıkları sırasıyla 62.1 °C ve 69.4 °C'dir. 2C deşarj oranında ise açık ve kapalı ortamda bulunan batarya modülü orta noktasında bulunan en yüksek pil sıcaklıkları sırasıyla 45.4 °C ve 53.1 °C'dir. İki ortam ve deşarj oranında pillerdeki sıcaklık yaklaşık 7 °C'dir. Faz değıştiren malzeme sayesinde pildeki sıcaklık artış hızı değıştirilmiş ve pil sıcaklığının daha düşük kalması sağlanmıştır. Modülün bulunduğu ortam sıcaklığı, hücre sıcaklıkları için oldukça önemlidir.

Anahtar kelimeler: Kanatçık, Faz değıştiren malzeme, Lityum iyon, Batarya ısı yönetim

INVESTIGATION OF THERMAL PERFORMANCE OF BATTERY MODULE WITH FINS AND PHASE CHANGE MATERIAL IN OPEN AND CLOSED ENVIRONMENTS

ABSTRACT

Ambient temperature and module boxes design are crucial in battery thermal management systems. These factors are effective in dissipating heat generated within the battery module. In this study, the thermal performance of a battery module was experimentally investigated when the cells within the battery module were enclosed in a thin layer of phase change material and copper tube, surrounded by branched fins. Regardless of the discharge rate, battery temperatures are higher in closed environments. However, the copper tube and fin temperatures are slightly lower than those of the battery in both environments. Discharge rates of 2C and 3C were investigated and at 3C discharge rates, the highest battery temperatures with the battery pack open and closed were 62.1 °C and 69.4 °C, respectively. At the 2C discharge rate, the

highest battery temperatures at the midpoint of the battery module in open and closed environments were 45.4°C and 53.1°C, respectively. The temperature of the batteries across the two environments and discharge rates was approximately 7 °C. The phase change material alters the rate of temperature increase in the battery, allowing it to remain lower. The ambient temperature of the module is crucial for cell temperatures.

Keywords: Fin, Phase change material, Lithium-ion, Battery thermal management

1. GİRİŞ

Şarj edilebilir piller içinde özellikle lityum iyon pillerde sıcaklık önemli bir parametredir. Lityum iyon pillerde iç yapısının bozulması sebebiyle yüksek sıcaklık istenmez. Ayrıca şarj ve deşarj sırasında üretilen ısıyı pilden uzaklaştırmak oldukça önemlidir. Bu yüzden çeşitli soğutma sistemleri batarya modüllerinde kullanılmaktadır. Batarya ısı yönetim sistemleri aktif, pasif ve hibrit olmak üzere üç grupta toplamak mümkündür. Aktif sistemlerde genellikle hava (Chen vd., 2023) tercih edilmektedir. Çünkü olası bir darbe esnasında bataryayla teması halinde modüle zarar vermemektedir. Fakat akışkan olarak suyunda (Siruvuri ve Budarapu, 2020) kullanıldığı durumlar mevcuttur. Yüksek sıcaklık ve yüksek akımlarda çalışan bataryalarda daha çok tercih edilir. Faz değiştiren malzeme ve ısı boruları ise pasif soğutma en çok kullanılan yöntemlerdendir. Faz değiştiren malzemenin ısı depolama özelliğinden faydalanılarak batarya da üretilen ısıyı pilden uzaklaştırmak için kullanılan etkin bir yöntemdir (Fan vd., 2023). Ekstra bir güç maliyeti olmadığı için tercih sebebi olabilir. Hibrit sistemlerde ise aktif ve pasif ısı yönetim sistemlerinin bir arada bulunduğu sistemler olarak ifade etmek mümkündür. Kanatçık yapıları da batarya ısı yönetim sistemlerinde tercih edilmektedir. Batarya modülüne ya da faz değiştiren malzemenin içerisine kanatçık eklenerek yüzey alanını artırarak ısı geçişi için yüzey arttırılmış olur. Bu yöntem ısı geçişi sorunlarına ekonomik bir çözüm olabilir.

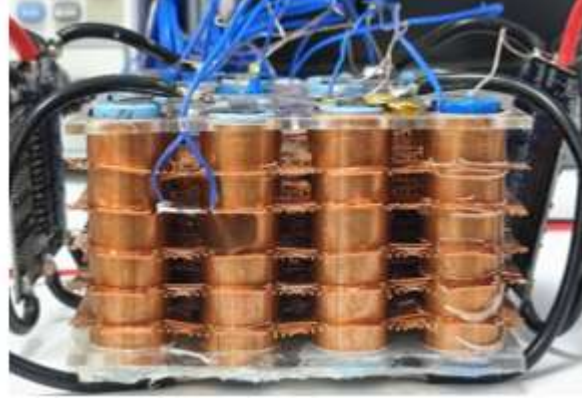
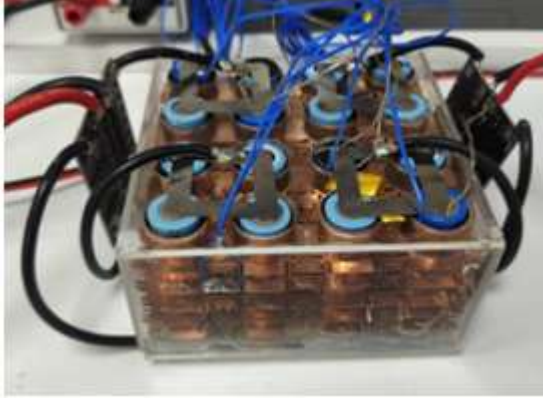
Teker ve Gökaslan yaptıkları çalışmada hibrit bir batarya soğutması tasarlamışlar ve farklı hava hızlarında (0.5, 2 ve 2 m/s) ve deşarj oranlarında batarya ısı performanslarını belirlemişlerdir. 5C deşarj oranında, doğal taşınım ile soğutmada modül içindeki ortalama pil sıcaklığı 74.2 °C iken, zorlanmış taşınım ile ve 2 m/s hava akışında bu sıcaklığı 52 °C olarak ölçmüşlerdir. Modül içerisinde hava akışı sayesinde pil sıcaklığını yaklaşık sıcaklığı 22 °C düşmüşlerdir. Fakat bu soğutma işlemi esnasında 144 Pa basınç düşüşü yenmek için fan gücü harcamışlardır. Tasarladıkları bu soğutma sisteminde, modüldeki hücreler arasındaki sıcaklık en fazla 6 °C elde etmişler ve bu zorlanmış taşınım ile hücreler arası sıcaklık daha düşük olduğu ve yaklaşık 3 °C olduğunu ifade etmişlerdir (Teker ve Gökaslan, 2025). Padalkar vd. pil etrafında kanatçıkların olduğu modülde zorlanmış taşınım ile pil performansını sayısal ve deneysel olarak

incelemişlerdir. Doğal taşınım ile soğutmada bir kanatçık modelini kullanmak soğutma performansını % 3.14 oranında artırırken, üç kanatçık modeli tercih edilmesi durumunda soğutma performansını soğutulmamış modele kıyasla % 7.32 oranında artırdığı ifade etmişlerdir. 2 m/s hızında hava akışı ve üç kanatçık modülünde, soğutma performansında % 18.71 oranında iyileşme sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca kanatçık tasarımında modülün toplam ağırlığında % 3.58 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir (Padalkar vd., 2024). Liu vd faz değiştiren malzeme içerisine gömülü kanatçıkların batarya sıcaklığına etkisini araştırmışlardır. 10 farklı kanatçık arasında en iyi performansı dallı kanatçık tipinin sergilediğini ifade etmişlerdir. En yüksek deşarj oranında (5C) Kanatçiksız faz değiştiren malzemeye göre pil en yüksek sıcaklığının 6.16 K azalttığını tespit etmişlerdir (Liu vd., 2023). Mehryan ve Jannesari hidrojel kullanarak, bakır levha veya bakır ağ kullanılan bir batarya modülünün ısı performansını incelemişlerdir. Zorlanmış taşınımında, 3C ve 4C deşarj oranları bakır levha ve ağda 20.7 °C ve 26.8 °C sıcaklık düşüşüne yol açtığını göstermişlerdir (Mehryan ve Jannesari, 2024). Urschitz vd. faz değiştiren malzeme ve içerisinde dallı tip kanatçık kullanarak ısı değiştirici tasarlamışlardır. 340°C'ye kadar sıcaklıklarda gizli ısı ısı enerji depolama sistemlerinde kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Ayrıca burada mekanik testler yapılarak farklı termal genleşme katsayıları ve yüksek sıcaklığın sürünme testlerinde sonuçların umut verici olduğu ifade etmişlerdir (Urschitz vd., 2016). Choudhari vd. faz değiştiren malzeme ve dört farklı kanatçık sayıları bulunan test odalarında batarya modülünün ısı performansını araştırmışlardır. Merkezdeki bir pilin, merkezdeki beş pilin, merkezde dokuz pilin ve modülde bulunan tüm pillerin etrafına kanatçık yerleştirilerek pil sıcaklıklarına etkisini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre en iyi performans bütün pillere kanatçık yerleştirilmesi durumunda olduğunu ifade etmişlerdir (Choudhari vd., 2021). Dağdevir ve Ding faz değiştiren malzemenin düşük olan ısı iletim katsayısı dezavantajını helisel kanatçıklar kullanarak pil sıcaklığına etkisini araştırmışlardır. Helisel kanatçıkların genişliği ve sayısına bakıldığında W6-NR3 kodlu tasarımı en iyi performansı sergilediği ifade etmişlerdir (Dagdevir ve Ding, 2024).

Bu çalışmada batarya modülünün bulunduğu ortamın açık ve kapalı olması durumunda pil ısı performansına etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. Modülün çalışma ortamındaki ortam sıcaklığı pil performansına doğrudan etki eder. Modülün sürekli şarj ve deşarj döngüsünde ortam sıcaklığı yükselmesi durumunda pil sıcaklığını sürekli arttıracaktır. Bu çalışmada faz değiştiren malzeme katmanı, bakır boru ve dallı kanatçıklardan oluşan modülde 2C ve 3C deşarj oranında pil sıcaklıkları belirlenmiştir. Ortam sıcaklığının deşarj ve dinleme süresince nasıl değiştiği belirlenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

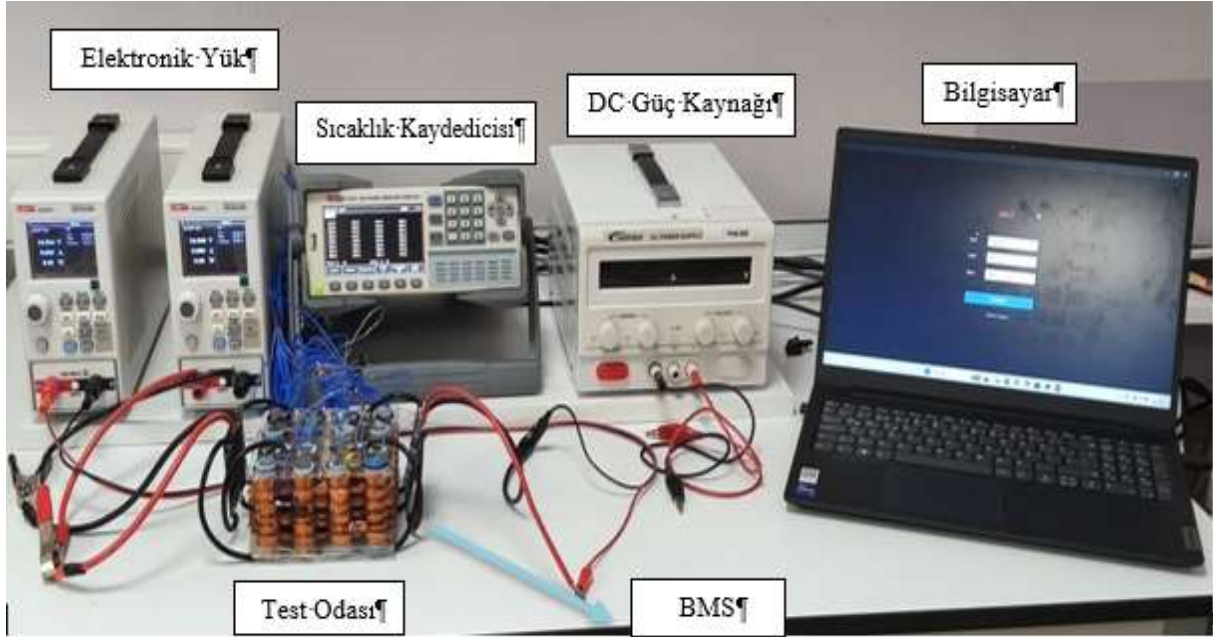
Bu deneysel çalışmada, ince bir faz değıştiren malzeme tabakasının etrafında bulunan kanatçıkların batarya ısı performansına etkisinin incelenmesi için test odası üretilmiştir. Şekil 1’de açık ve kapalı ortamda bulunan test odaları verilmiştir.



a) b)
Şekil 1. Test odaları; a) kapalı ortam, b) açık ortam

Batarya modülünde 2 eş modül olmak üzere 4 seri ve 2 paralel olmak üzere 16 adet lityum iyon piller kullanılmıştır. Lityum iyon pil olarak yerli üretim nikelce zengin mangan ve kobalt oksitten oluşan Aspilsan INR18650A28 model pil kullanılmıştır. Pil kapasitesi 2800 mAh’tır. Pil için tavsiye edilen en yüksek sıcaklık 60 °C’dir. 80 °C ise bataryanın çalışması durdurulması tavsiye edilmektedir. Şarj ve deşarj için kesme voltajları sırasıyla 4.2 V ve 2.5 V’tur. PCM olarak Merck Marka parafin kullanılmıştır. Erime/katılaşma sıcaklığı 42-44 °C arasındadır. Erime entalpisi 242.4 kJ/kg’dır. Faz değıştiren malzeme hücre (pil) ile bakır boru arasına yerleştirilmiştir. Modülün alt noktasına faz değıştiren malzemenin sıvı fazda sızıntıyı önlemek için silikon conta yerleştirilmiş ve sızdırmazlık sağlanmıştır. Hücre ile bakır boru arasındaki mesafe 1.25 mm olup her bir boru içine 3.81 g faz değıştiren malzeme kullanılmıştır. Toplamda modülde 60.96 g faz değıştiren malzeme kullanılmıştır. Bakır borunun et kalınlığı 0.75 mm’dir. Bakır borunun etrafına 5 katmandan oluşan kanatçık yerleştirilmiştir. Her bir kanatçık arasındaki mesafe yaklaşık olarak 11 mm’dir. Kanatçıklar yerleştirildikten sonra modül bir pleksiglas kutunun oldu ve olmadığı durumlarda test odası imal edilmiştir. 4x4 kare şekilde olan batarya modülünde pil merkezleri arası mesafe 30 mm.’dir. 4 mm karşılıklı kanat uzunlukları olmak üzere piller arasında toplam 8 mm kanatçık mesafesi vardır. Modülün iç ve dış hücrelerinden, faz değıştiren malzemedan, kanatçık yüzeyinden ve modülün iç ortamından sıcaklık ölçümü alınmıştır. Sıcaklıkları ölçmek için K tipi termoeleman kullanılmıştır. Termoeleman telleri bakır yüzeye punta makinesi ile kaynatılmıştır. Hücre ve faz değıştiren

malzemenin sıcaklıkları modülün tam orta yüksekliğinden ölçülmüştür. Şekil 2’de deney tesisatının fotoğrafı verilmiştir.

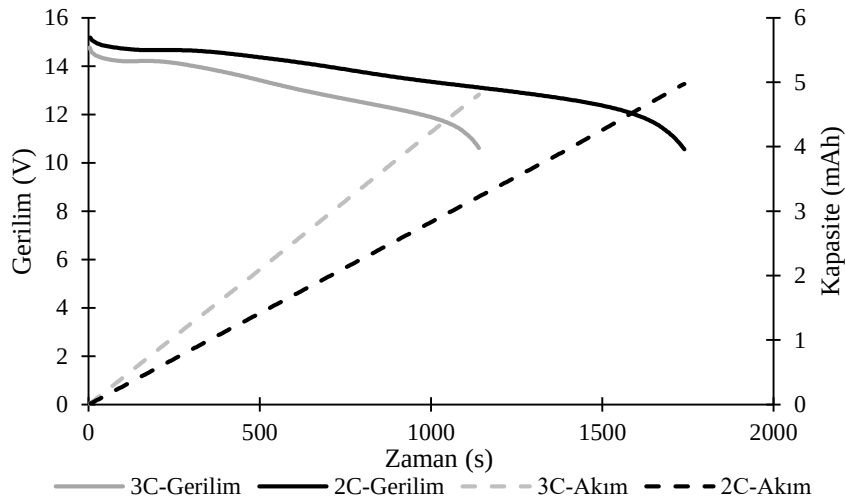


Şekil 2. Deney tesisatı

Batarya modülünü şarj etmek için DC güç kaynağı kullanılmıştır. DC Güç kaynağı olarak Twintex - TP-3050S model kullanılmıştır. Modül 4 seri bağlı olduğu için şarj için 16.8 V ulaşana kadar sabit akımda (3A) de şarj edilmiştir. Şarj işleminde cihazda 16.8 V ayarlanmış ve modülün gerilimi 16.8 V olana kadar sabit akım çekmiştir. Modül 16.8 V değerine ulaştıktan sonra akım düşmekte ve 0.2 A olana kadar şarj işlemi devam etmektedir. Hem kapalı hem de açık ortamda bulunan modül şarj esnasında sıcaklığı yükselmiştir. Bütün deney kombinasyonlarında başlangıç sıcaklıkları eşit olması için batarya modülleri bir gün bekletilmiş ve ertesi gün deşarj edilmiştir. Deşarj işlemleri için elektronik yük cihazları kullanılmıştır. Eş 4 seri 2 paralel iki modül bulunduğu için şarj işlemi 2 elektronik yük cihazı kullanılmıştır. Uni-T / UTL 8111+ model elektronik yük cihazları kullanılmıştır. Bu cihazların batarya modları kullanılmış ve en düşük voltaj 10 V olana kadar deney şartlarındaki akımlar çekilmiştir. Modülün gerilimi 10 V değerine düşüne kadar deşarj işlemi yapılmıştır. Deşarj işlemi sırasında Uni-T UT3232 model sıcaklık kaydedicisi ile sıcaklıklar anlık olarak kaydedilmiştir ve bu veriler bilgisayara aktarılmıştır. Modülü ani akım ve voltaj düşüş/artışlarından koruyabilmek için BMS (Battery Management System) kullanılmıştır. Ayrıca güç kaynağından da gerilim ve akım verileri zamana bağlı olarak bilgisayara aktarılmıştır.

3. SONUÇLAR

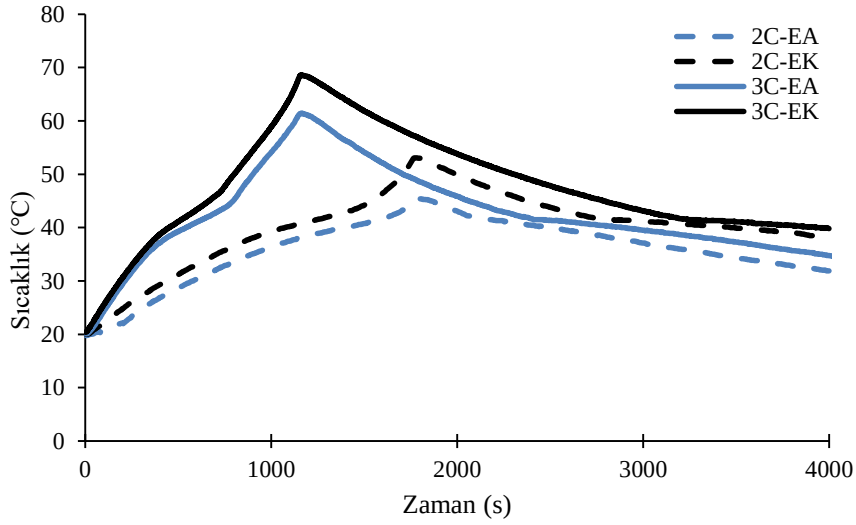
Modül tasarımında kanatçık ve faz değıştiren malzeme bulunan test odaların 2C ve 3C deşarj akımlarında, modülün açık ve kapalı ortamlarda bulunması durumunda ısı performanslarının farkı araştırılmıştır. İki özdeş (4 seri ve 2 paralel) modülden oluşan test odası her bir deney kombinasyonunun aynı başlangıç ve sınır şartlarına deney yapılmıştır. Bu kapsamda modüller şarj edildikten sonra bir gün beklenmiş ve laboratuvar sıcaklığına ulaşması hedeflenmiştir. Batarya modülü farklı deşarj oranlarında çalıştırıldığında ani gerilim düşüşleri görülmektedir. 4 seri bağlantı söz konusu olduğu için modülün toplam gerilim 16.8 V, 2 paralel bağlantından dolayı akım 2C için 11.2 A ve 3C akım için ise 16.8 A'dır. Şekil 3'te 2C ve 3C deşarj oranı için zamana bağlı akım ve kapasite düşüşü verilmiştir.



Şekil 3. Batarya modülünün zamana bağlı gerilim ve kapasite değışimi

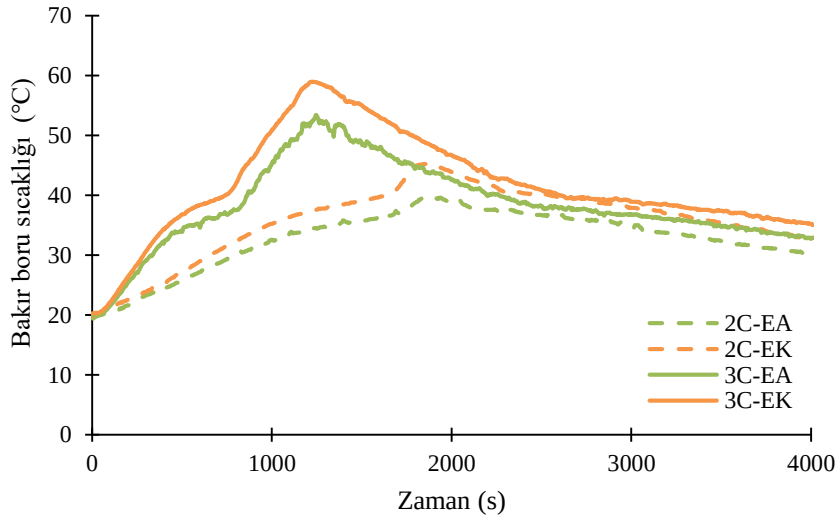
16.8 V gerilim değeriine sahip olan modül 3C deşarj oranında başlangıcında ani bir voltaj düşüş ile yaklaşık 14.8 V'a düşmüştür. 2C deşarj oranında ise gerilim düşüşü başlangıçta daha az olsa da 15.3 V değeriine düşmüştür. Kapasite ise 2 paralel bağlantıdan kaynaklı 5.6 Ah olması gerekirken yüksek deşarj oranında 4.8 Ah'e düşük deşarj oranında ise 5 Ah kullanımı söz konusu olmuştur. Şekil 4'te ise modül içindeki pilin zamana bağlı sıcaklık değışimi verilmiştir. Şekil 4'te etrafı açık (EA) ve kapalı (EK) modülün iç hücresinde bulunan pilin yüzey sıcaklık değışimi verilmiştir. 3C deşarj oranında batarya kutusunun açık ve kapalı olması durumunda pil sıcaklıkları sırasıyla 62.1 °C ve 69.4 °C'dir. Ortamın kapalı olması pil sıcaklığını 7.3 °C yükseltmiştir. Dolayısıyla her iki ortamda bulunan modül tavsiye edilen en yüksek sıcaklığı geçmiştir. Ayrıca 3C deşarj oranında açık ortamda bulunan modül faz değıştiren malzeme

sayesinde 42 °C civarında pilin sıcaklığını yatay olarak biraz daha fazla sürede sabit tutarak sıcaklık artış eğimini bir miktar kırmıştır.



Şekil 4. Batarya modülü iç hücre sıcaklık değişimi

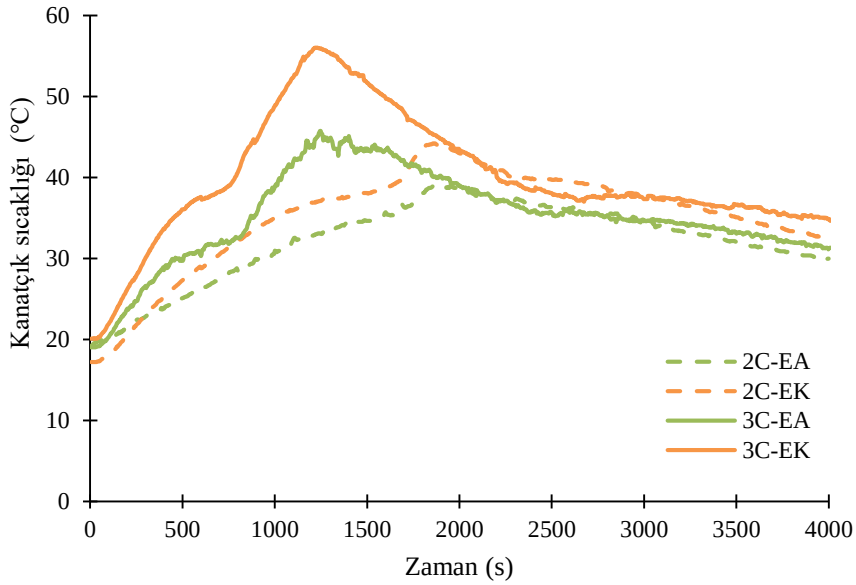
Bu sayede pil sıcaklığı fazla yükselmemiştir. Daha düşük deşarj oranına bakıldığında (2C) ise açık ve kapalı ortamda bulunan batarya modülü orta noktasında bulunan pil sıcaklıkları sırasıyla 45.4 °C ve 53.1 °C'dir. İki ortam arasındaki pil sıcaklığı 7.7 °C. Daha düşük deşarj oranında faz değiştiren malzemenin etkisi daha net olarak görülmekte olup pil sıcaklıklarını yatay olarak sabit tutmayı başarmışlardır. Ayrıca etrafı açık batarya modülünün deşarj işlemi sonunda soğuma hızı daha hızlıdır.



Şekil 5. Bakır boru sıcaklıkları

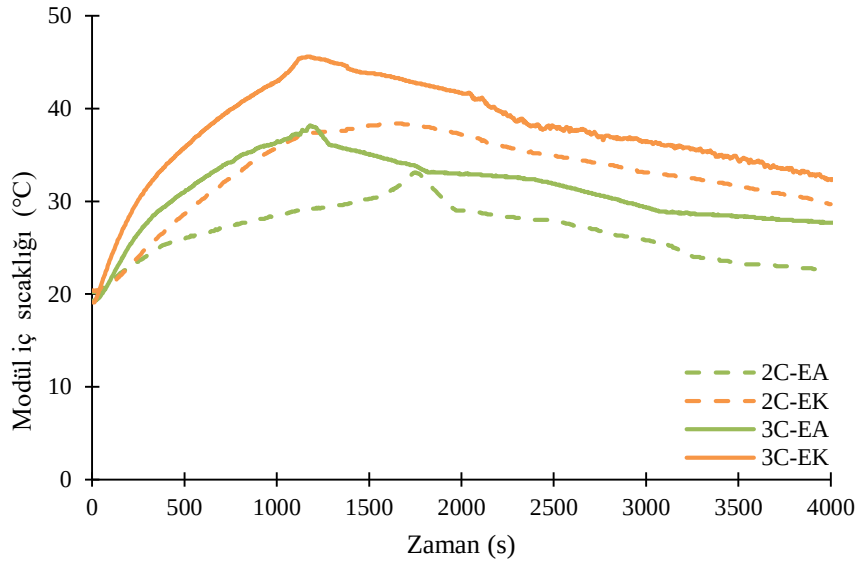
3C deşarj oranında, 4000 saniye sonunda etrafı açık ve kapalı modülde pil sıcaklıkları sırasıyla 34.8 °C ve 39.8 °C'dir. PCM katılma sıcaklığı olan 42 °C ise etrafı açık modüldeki yaklaşık 2400 saniyede ulaşırken etrafı kapalı kapalı hücrede ise 3150 saniyede ulaşmıştır. Yaklaşık 750

saniye zaman farkı söz konusudur. Bu her ne kadar pil sıcaklığı yüksek olmasında kaynaklı olsa da doğal taşınımında etkisi söz konusudur. Şekil 5'te deşarj oranlarına bağlı olarak faz değiştiren malzemeyi kaplayan bakır borunun yüzey sıcaklığı verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere 3C deşarj oranında etrafı kapalı bakır boru sıcaklığı 60 °C'ye ulaşmıştır. Pil sıcaklığı ise 69.4 °C olduğu için pilde üretilen ısı faz değiştiren malzemeye aktarılmış ve bakır borunun yüzey sıcaklığını arttırmıştır. Pilde üretilen ısı hızlı bir şekilde dış katmana aktarılmıştır. Düşük deşarj oranında ise etrafı kapalı modülde sıcaklık bakır borunun yüzey sıcaklığı 45.4 °C'dir. Pil ile arasında 7.7 °C'lik sıcaklık farkı vardır.



Şekil 6. Kanatçık sıcaklıkların zamana bağlı değişimi

Şekil 6'da ise kanatçık sıcaklıkların farklı deşarj oranlarında zamana bağlı değişimi verilmiştir. Bakır boru yüzey sıcaklıklarını çok yakın değerdedir. Bu durum bakır boru ve kanatçık arasında sıkı geçme ve kaynağın iyi olduğunda da bir göstergesidir.



Şekil 7. Modül iç hava sıcaklıkları

Şekil 7’de farklı deşarj oranlarında modül iç sıcaklıkları verilmiştir. Etrafı kapalı modüllerde iç hava sıcaklıkları daha yüksektir. 2C ve 3C deşarj oranı için sırasıyla iç ortam en yüksek hava sıcaklıkları 38.1 °C ve 45.2 °C’dir. Fakat yine aynı deşarj oranı sırasıyla etrafı açık modülde iç hava en yüksek sıcaklıkları sırasıyla 32.8 °C ve 38.3 °C’dir. Etrafı açık 3C deşarj oranı ile etrafı kapalı 2C deşarj oranının modül hemen hemen aynı en yüksek sıcaklığa ulaşmıştır. Fakat beklenildiği gibi etrafı açık modüllerde ortam sıcaklığı daha hızlı soğumaktadır. Dolayısıyla batarya kutuları tasarlanırken modüle hava giriş ve çıkış için menfez yerleştirilmesi batarya ısı yönetim için oldukça avantaj sağlayacaktır.

4. SONUÇLAR

Farklı ortamlarda bulunan batarya modüllerinin ısı performansının incelendiği bu çalışmada farklı deşarj oranlarında batarya, bakır boru, kanatçık ve ortam sıcaklıkları ölçülmüştür. Modülün etrafı kapalı olması durumunda beklenildiği gibi daha yüksek sıcaklıklarda olup etrafı açık olması durumunda daha düşük sıcaklıktadır. En yüksek deşarj oranında (3C) modülün etrafı açık ve kapalı olması durumunda en yüksek pil sıcaklıkları sırasıyla 62.1 °C ve 69.4 °C ölçülmüştür. İki ortam arasında sıcaklık farkı 3C deşarj oranında 7.3 °C, 2C deşarj oranında ise 7.7 °C sıcaklık farkı vardır. Ayrıca kapalı modülde faz değiştiren malzemenin etkisi, etrafa açık modüle göre daha düşüktür. Bakır boru ve kanatçık sıcaklıkları az da olsa hücre sıcaklığından daha düşüktür. Fakat sıcaklığı eğilimleri hücre sıcaklığı ile benzerdir. Batarya modülü iç ortam sıcaklığı ise etrafı kapalı modülde oldukça yüksektir. Ortam sıcaklığını düşmesi de oldukça zaman almaktadır. Bu durum batarya kapalı hale getirmek için kullanılan malzemenin düşük ısı

iletim katsayısından kaynaklanmaktadır. Eğer ısı iletim katsayısı yüksek malzemeden yapılırsa ortam sıcaklığına daha hızlı düşebilir. Deşarj oranı arttıkça modül kapasitenin hepsini kullanamamaktadır. 2C deşarj oranı için 5 Ah kapasiteden faydalanırken, 3C deşarj oranında 4.8 Ah kapasiteden faydalanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre batarya modülünün etrafının açık olması ısı performans olarak daha etkilidir. Kapalı modülde piller çalışması sıcaklık kontrolü için oldukça zor olabilir. Hatta batarya modülü sürekli şarj deşarj döngüsünde olursa başka bir deyişle dinlenme olmazsa pil için ciddi problemlere yol açabilir gerilim kesme sıcaklığı olan 80 °C'ye geçme olası muhtemeldir. Bu yüzden tasarımlarda modülün içerisine hava akışını olacağı menfezler açılması pilin ısı yönetimi fayda sağlayacaktır. Ayrıca faz değiştiren malzeme kalınlığı arttırılarak, pilde üretilen ısıyı daha hızlı çekilebilir ve pil sıcaklıkları daha düşük olabilir. Eğer pile zarar verilecek bir ortamda çalıştırılacak ise bu soğutma tekniği yerine aktif soğutmaların tercihi daha uygun olabilir.

Teşekkür

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2024-11308 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynakça

- Chen, X., Yang, W., Shen, J., Xu, X., Zhou, F. (2023). Thermal performance of hybrid battery thermal management system with air cooling and phase change material embedding biomimetic variable section fins. *Applied Thermal Engineering*, 231, 120985. doi:10.1016/j.applthermaleng.2023.120985
- Choudhari, V. G., Dhoble, A. S., Panchal, S., Fowler, M., Fraser, R. (2021). Numerical investigation on thermal behaviour of 5 × 5 cell configured battery pack using phase change material and fin structure layout. *Journal of Energy Storage*, 43, 103234. doi:10.1016/j.est.2021.103234
- Dagdevir, T., Ding, Y. (2024). Numerical investigation of battery thermal management by using helical fin and composite phase change material. *Journal of Energy Storage*, 75, 109674. doi:10.1016/j.est.2023.109674
- Fan, Z., Fu, Y., Gao, R., Liu, S. (2023). Investigation on heat transfer enhancement of phase change material for battery thermal energy storage system based on composite triply periodic minimal surface. *Journal of Energy Storage*, 57, 106222. doi:10.1016/j.est.2022.106222
- Liu, H., Jin, C., Li, H., Ji, Y. (2023). A numerical study of PCM battery thermal management performance enhancement with fin structures. *Energy Reports*, 9, 1793–1802. doi:10.1016/j.egyr.2023.04.214
- Mehryan, S. A. M., Jannesari, H. (2024). Improving Li-ion battery thermal management via hydrogel evaporative cooling. *Applied Thermal Engineering*, 248, 123173. doi:10.1016/j.applthermaleng.2024.123173
- Padalkar, A. B., Chaudhari, M. B., Kore, K. B., Newaskar, S. R., Nilegave, D. S., Funde, A. M. (2024). Effects of circumferential fin on cooling performance improvement of forced air-cooled battery pack. *Applied Thermal Engineering*, 238, 122013. doi:10.1016/j.applthermaleng.2023.122013
- Siruvuri, S. D. V. S. S. V., Budarapu, P. R. (2020). Studies on thermal management of Lithium-ion battery pack using water as the cooling fluid. *Journal of Energy Storage*, 29, 101377. doi:10.1016/j.est.2020.101377
- Teker, E., Gökaslan, M. Y. (2025). Experimental investigation of the effect of hybrid cooling on battery module with phase change material and different fin structure. *International*



Communications in Heat and Mass Transfer, 168, 109431.

doi:10.1016/j.icheatmasstransfer.2025.109431

Urschitz, G., Walter, H., Brier, J. (2016). Experimental investigation on bimetallic tube compositions for the use in latent heat thermal energy storage units. *Energy Conversion and Management*, 125, 368–378. doi:10.1016/j.enconman.2016.05.054

AVOA-LSTM YÖNTEMİ KULLANILARAK ELEKTRİK GÜÇ SİSTEMLERİ ARIZALARININ SINIFLANDIRILMASI

Dr. Öğr. Üyesi Alişan AYVAZ

Amasya University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering,
05100 Merkez, Amasya

ORCID ID: 0000-0001-6449-6541

ÖZET

Elektrik güç sistemlerinde meydana gelen arızalar, güç sisteminin güvenliğini ve kararlılığını tehdit etmektedir. Meydana gelebilecek bu güç sistemi arızalarına karşı tüketicilere ulaştırılan enerjide kesinti olmadan ve sistem ekipmanlarında herhangi bir hasar oluşmadan güç sisteminin güvenli bir şekilde işletilebilmesi için yeterli önlemlerin alınması gerekmektedir. Son yıllardaki literatür çalışmaları incelendiğinde güç sistemlerinin kararlılığı ve korunması gibi alanlarda çalışan araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda güç sistemi arızalarına karşı önlemlerde günümüz teknolojisinin imkanlarının kullanımı noktasında önemli bir yönelimlerinin olduğu görülmektedir. Sistemde meydana gelen arızaların derin öğrenme teknikleri kullanılarak erken tespiti, bu arızalara karşı gerçek zamanlı alınacak önlemler için son derece önemlidir. Nitekim bu çalışmada, güç sistemlerinde meydana gelen arızaların sınıflandırılmasında hibrid bir Afrika akbabası optimizasyon algoritması (AVOA)-uzun-kısa süreli bellek (LSTM) yöntemi önerilmektedir. Burada AVOA algoritması ile LSTM derin öğrenme mimarisi için hiper parametre optimizasyonun yapılarak arıza sınıflandırılmasında yüksek başarımların elde edilmesi amaçlanmıştır. Faz-toprak, faz-faz, faz-faz-toprak, 3-faz-toprak arızalarının olduğu durumlar ve arıza olmayan durum gerilim ve akım sinyalleri içeren veri seti üzerinden eğitim yapılmıştır. Karşılaştırma için 2D-CNN ve LSTM yöntemlerine ait sonuçlar da çalışmada elde edilmiştir. Diğer yandan AVOA algoritmasının optimizasyon performansının karşılaştırılması amacıyla parçacık sürü optimizasyonu algoritması (PSO)-LSTM yöntemi de çalışmada dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, AVOA-LSTM yöntemi ile güç sistemi arızalarının sınıflandırılmasında eğitilen veri üzerinden %98.3 ile en yüksek doğruluk değeri elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Güç sistemi arıza sınıflandırma, derin öğrenme, Afrika akbabası optimizasyon algoritması, uzun-kısa süreli bellek.

CLASSIFICATION OF ELECTRICAL POWER SYSTEM FAULTS USING THE AVOA-LSTM METHOD

ABSTRACT

Faults occurring in electric power systems pose significant threats to system security and stability. To ensure that the power system operates safely—delivering uninterrupted energy to consumers and preventing any damage to system equipment—adequate protective measures

must be implemented against possible faults. A review of recent studies in the literature indicates a strong trend among researchers working in the areas of power system stability and protection toward utilizing modern technological capabilities to address system faults. The early detection of faults using deep learning techniques is of great importance for enabling real-time protective actions against such disturbances. Accordingly, this study proposes a hybrid approach based on the African Vulture Optimization Algorithm (AVOA) and Long Short-Term Memory (LSTM) for fault classification in power systems. In this approach, the AVOA algorithm is employed to optimize the hyperparameters of the LSTM deep learning model to achieve high classification performance. The training data set includes voltage and current signals corresponding to various fault conditions—single line-to-ground, line-to-line, double line-to-ground, and three-phase-to-ground faults—as well as the normal (no-fault) condition. For comparison purposes, the performance of the proposed method is evaluated against conventional 2D-CNN and LSTM models. Additionally, a PSO-LSTM method is considered to compare the optimization capability of the AVOA algorithm. The results show that the proposed AVOA-LSTM method achieves the highest classification accuracy of 98.3% on the training data, demonstrating its effectiveness in fault classification for power systems.

Keywords: Power system fault classification, deep learning, African vulture optimization algorithm, long short-term memory.

1. GİRİŞ

Güç sistemlerinin güvenilir bir şekilde işletilebilmesi ve tüketicilere sağlanan enerjide süreklilik için güç sistemi arızalarına karşı yeterli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bir güç sistemi arızası sonrası hatalı faz, iletim hattı veya bölge şebekeden yalıtılarak güç sisteminin geri kalanı için işletim devam ettirilebilmelidir. Bu noktada iyi bir planlama dahilinde koruma sistemleri tasarlanmalıdır. Koruma sistemleri arızasız bölgenin işletiminin devam ettirilmesini sağlamak, güç sisteminde olabilecek hasarları en aza indirmek ve ekipmanlar üzerindeki stresi azaltmak için güç sistemi arızalarına karşı seçici ve hızlı olmalıdırlar (Ayvaz 2025). Bu noktada meydana gelen arızaların tipi, arızaya karşı alınacak tedbirlerin de doğru bir şekilde uygulanabilmesi açısından oldukça önemlidir. Arıza tipi bilgisi, tek faz veya üç faz açma (single-pole and three-pole tripping), otomatik tekrar kapama (auto-reclosing) ve arıza raporlama gibi koruma faaliyetleri için kullanılmaktadır (Krishnamurthy ve ark. 2024). Bu noktada, sadece arıza tipinin belirlenmesi değil aynı zamanda arıza durumunun olup olmadığı bilgisinin tespiti de enerjinin sürekliliği ve koruma elemanlarının seçiciliğinde kritik bir rol

oynamaktadır. Bu doğrultuda, güç sisteminin doğru ve güvenilir bir şekilde korunması adına genel haliyle arıza sınıflandırmaya ihtiyaç vardır.

Literatürde, son yıllarda bu konuya yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Rai ve ark. (2021) dağıtık üretim birimleri içeren dağıtım sistemlerinde arıza sınıflandırma için CNN yöntemine dayalı bir yöntem önermektedir. Krishnamurthy ve ark. (2024) invertör arayüzlü dağıtık üretim birimleri içeren güç sistemleri için makine öğrenmesi tekniklerinin kullanıldığı bir arıza sınıflandırma çalışması gerçekleştirmiştir. Lei ve ark. (2025) güç sistemlerinde fazör ölçü birimlerinin en uygun yerlerinin bulunmasını ve bu birimler kullanılarak arıza sınıflandırmanın yapılmasını içeren bir yöntem önermektedir. Pan ve ark. (2022) ise mikro şebekeler için CNN bazlı bir arıza sınıflandırma yöntemi önermektedir.

Literatür incelendiğinde makine öğrenme yöntemlerinin ve bunlar içerisinde de derin öğrenme yöntemlerinin önemli bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Derin öğrenme yöntemleri ile çok katmanlı öğrenme modellerinin oluşturulabilmesindeki avantaj ve buna bağlı yüksek doğruluk oranının elde edilebilmesi, literatürde bu yöntemlere olan ilginin nedeni olarak açıklanabilir. Literatürde son yıllardaki çalışmalar incelendiğinde yeni derin öğrenme yöntemlerinin geliştirilmesi yanında optimizasyon algoritmalarının da derin öğrenme modelleri ile birlikte kullanıldığı çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Optimizasyon algoritmaları ile derin öğrenme modeli hiper parametreleri optimize edilerek daha yüksek doğruluk oranlarına ulaşılabilmektedir. Cui ve ark. (2024) balina optimizasyon algoritmasını CNN-LSTM-Attention derin öğrenme modelinin hiper parametrelerinin optimize edilmesi için kullanarak sıcaklık yükü tahminlemesi yapmışlardır. Şener ve Tuğal (2025) güneş radyasyonu tahminlemesi için CNN-LSTM modelin en uygun hiper parametrelerinin bulunmasında farklı metasezgisel optimizasyon algoritmaları kullanmışlardır.

Bu çalışmada, arızaların sınıflandırılmasında yeni bir yöntem olarak Afrika akbabası optimizasyon algoritması (AVOA) – LSTM yöntemi önerilmektedir. AVOA algoritması, yüksek keşif yeteneği ve hızlı yakınsama performansına sahip bir metasezgisel algoritma olarak son yıllarda birçok optimizasyon probleminin çözümünde kullanılmıştır (Abdollahzadeh ve ark. 2021). LSTM modelinin hiper parametrelerinin optimize edilmesinde AVOA algoritmasının kullanımı ile arıza sınıflandırmada yüksek başarımlar elde edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, CNN, LSTM ve PSO-LSTM yöntemleri ile elde edilenlerle karşılaştırılarak önerilen AVOA-LSTM yönteminin performansı analiz edilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

LSTM modeli için hiper parametre değerlerinin seçimi, olabilecek en iyi model eğitimi sağlanması için önemlidir. Literatürdeki çalışmalarda genel olarak hiper parametre değerleri deneme yanılma yöntemi ile belirlenmektedir. Fakat en iyi modele ulaşma noktasında bu süreç çok yorucu ve zaman alıcı olabilmektedir. Bu doğrultuda, bu çalışmada en iyi model hiper parametre değerlerinin bulunması için AVOA algoritmasının kullanımı önerilmektedir.

2.1. Afrika Akbabası Optimizasyon Algoritması (AVOA)

AVOA algoritması, Abdollahzadeh ve ark. (2021) tarafından Afrika akbabalarının yaşam stilinden esinlenilerek geliştirilmiş bir metasezgisel popülasyon bazlı optimizasyon algoritmasıdır. Afrika akbabaları, yüksek görüş kabiliyetine ve zayıf ölmekte olan hayvanları tespit etme konusunda yüksek yeteneğe sahiplerdir. Bu yetenekleri ile uzun mesafelerde seyahat ederek yiyecek bulabilmektedirler. AVOA, bu yetenekli hayvanların açlık durumuna bağlı yiyecek arama ve birbirleri ile yiyecek üzerinden olan rekabet davranışları matematiksel olarak modellenerek geliştirilmiştir. Toplam altı kontrol parametresine sahip olan AVOA, literatürde fotovoltaiik model parametre tahminlemesi (Kumar ve Mary, 2021) ve medikal görüntü segmentasyonu (Lan ve Wang, 2024) gibi birçok mühendislik probleminin çözümünde kullanılmış ve etkili sonuçlar vermiştir.

2.2 Uzun-Kısa Süreli Bellek (LSTM) Modeli

LSTM ağı, tekrarlayan sinir ağına (RNN) dayalı olarak geliştirilmiş bir ağ yapısıdır. Şekil 1’de LSTM model yapısı görülmektedir. Burada tanh ve sigma aktivasyon fonksiyonlarını, x_t ve h_t sırasıyla mevcut bellek biriminin girişi ve çıkışı, C_t ise hücre durumunu ifade etmektedir.

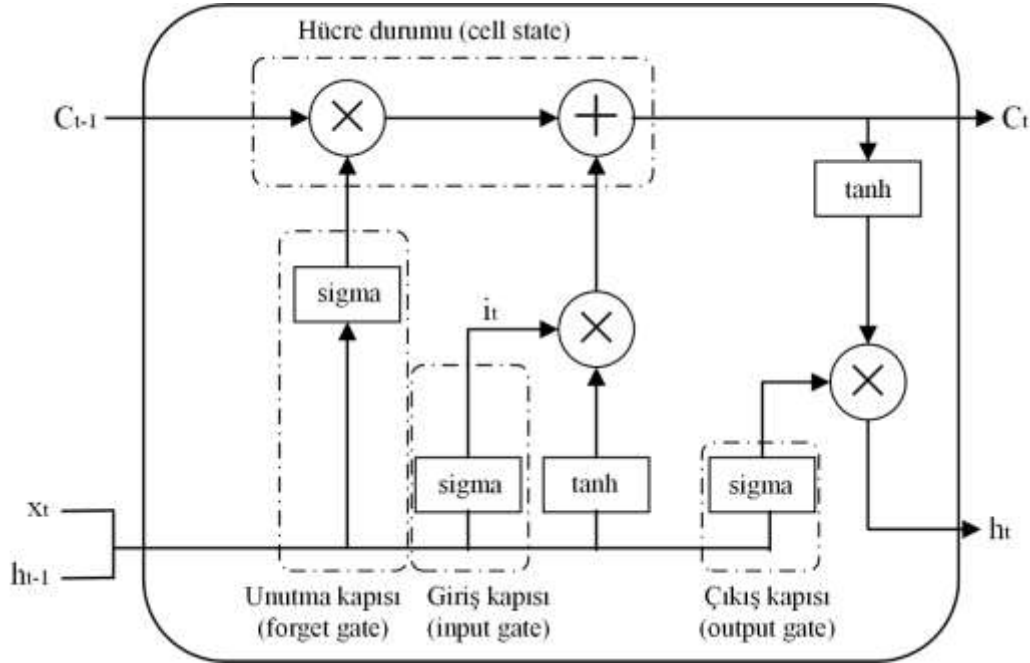
LSTM, bir unutma kapısı (forget gate), giriş kapısı (input gate), çıkış kapısı (output gate) ve bilgiyi depolamak için bir hücre durumu (cell state) fonksiyonu ile tasarlanmıştır. Bu yapı sayesinde LSTM, zaman serisi verilerinde hem kısa hem de uzun vadeli bağımlılıkları öğrenebilir ve eğitim sürecinde karşılaşılan gradyan kaybolması (gradient vanishing) problemini etkin bir şekilde azaltır. Şekil 1’de görülen her bir kapıya ait formüller Şener ve Tuğal (2025) tarafından gerçekleştirilen çalışmada verilmiştir.

2.3 Optimizasyon Problemi ve Performans Ölçütleri

LSTM modeli için optimize edilecek hiper parametreler ve bu hiper parametreler için belirlenen seçim değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. LSTM modeli için optimize edilecek hiper parametreler ve seçim opsiyonları

Parametre	Seçim Opsiyonları
Gizli katman sayısı (number of hidden layer)	32, 64, 128, 256
Öğrenme oranı (learning rate)	0.0005, 0.001, 0.005, 0.01, 0.05
Yığın boyutu (batch size)	32, 64, 128
Maksimum epoch sayısı (maximum number of epoch)	20, 40, 60, 80
Çözümleyici (solver)	Adam, SGD, RMSProp


Şekil 1 – LSTM model yapısı

Tablo 1’de verilen seçim opsiyonları üzerinden AVOA algoritması ile en uygun olan belirlenmektedir. Burada optimizasyon algoritmasının amacı, $1/(\text{model eğitim doğruluğu})$ değerinin minimize edilmesidir. Bu şekilde, en yüksek doğruluk değerini veren hiper parametre değerleri AVOA algoritması ile bulunmaya çalışılmaktadır.

AVOA ile elde edilen en uygun değerler ile bulunan sonuçlar üzerinden yöntemin etkililiğini ölçmek için Eşitlik (1)-(4) ile verilen performans kriterleri hesaplanarak analiz edilmiştir.

$$ACC = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

$$RC = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

$$PR = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

$$F1 = 2 \times \left(\frac{RC \times PR}{RC + PR} \right) \quad (4)$$

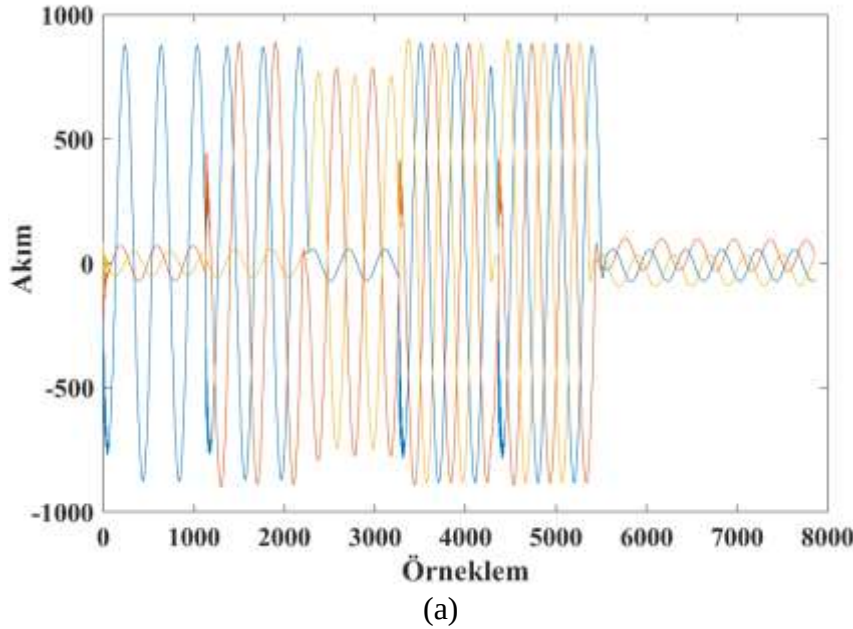
Burada, TP , TN , FP ve FN sırasıyla doğru-pozitif, doğru-negatif, yanlış-pozitif ve yanlış-negatif sınıflamaları göstermektedir. ACC, RC, PR ve F1 ise sırasıyla doğruluk/başarı oranı (accuracy), duyarlılık (recall), kesinlik (precision) ve F1 skoru performans ölçütlerini ifade etmektedir.

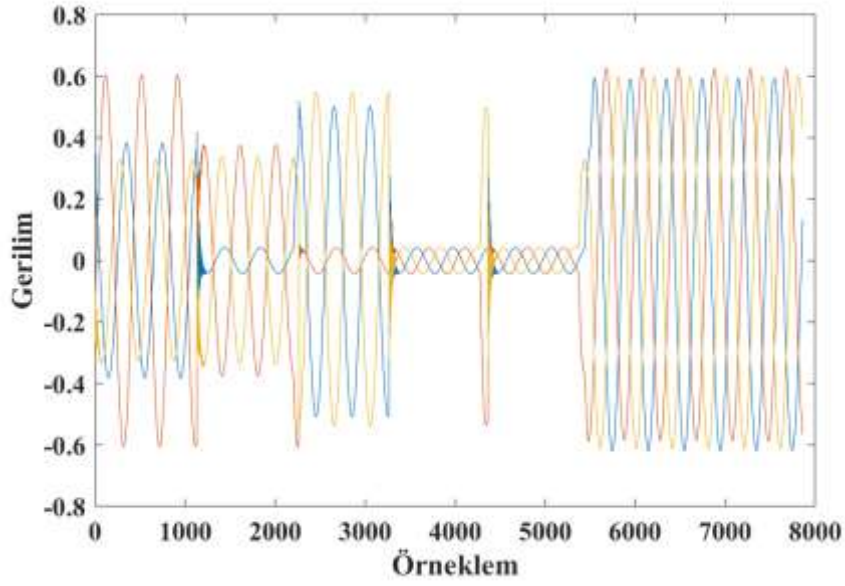
3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada, AVOA-LSTM modeli ile karşılaştırma için 2D-CNN, LSTM ve PSO-LSTM modellerine ait sonuçlar da elde edilmektedir. Optimizasyon çözümünde model eğitiminde erken durdurma kriteri eklenmiş ve modelin 10 epoch boyunca iyileşme göstermemesi durumunda eğitimin durdurulması sağlanmıştır. AVOA ve PSO algoritmaları için maksimum iterasyon sayısı 10 ve popülasyon sayısı ise 5 seçilmiştir.

3.1. Kullanılan Veri

Bu çalışmada, kaggle internet sitesi üzerinden paylaşılan ve faz-toprak, faz-faz, faz-faz-toprak ve 3-faz/3-faz-toprak arıza durumları ve arızasız durum için meydana gelen değişimlere ait akım ve gerilim sinyalinin her biri için toplam 7861 örneklemin olduğu veri seti kullanılmıştır (Prakash, 2021). Veri setine ait akım ve gerilim sinyalleri Şekil 2’de görülmektedir. Veri setinde verildiği şekilde arızasız durum, faz-toprak, faz-faz, faz-faz-toprak ve 3-faz/3-faz-toprak arıza durumları için sırasıyla 0000, 1001, 0110, 1011 ve 0111/1111 çıkış değerleri için model eğitimi yapılmıştır. Bu verinin %80’i eğitim ve %20’si validasyon için kullanılmıştır.





(b)

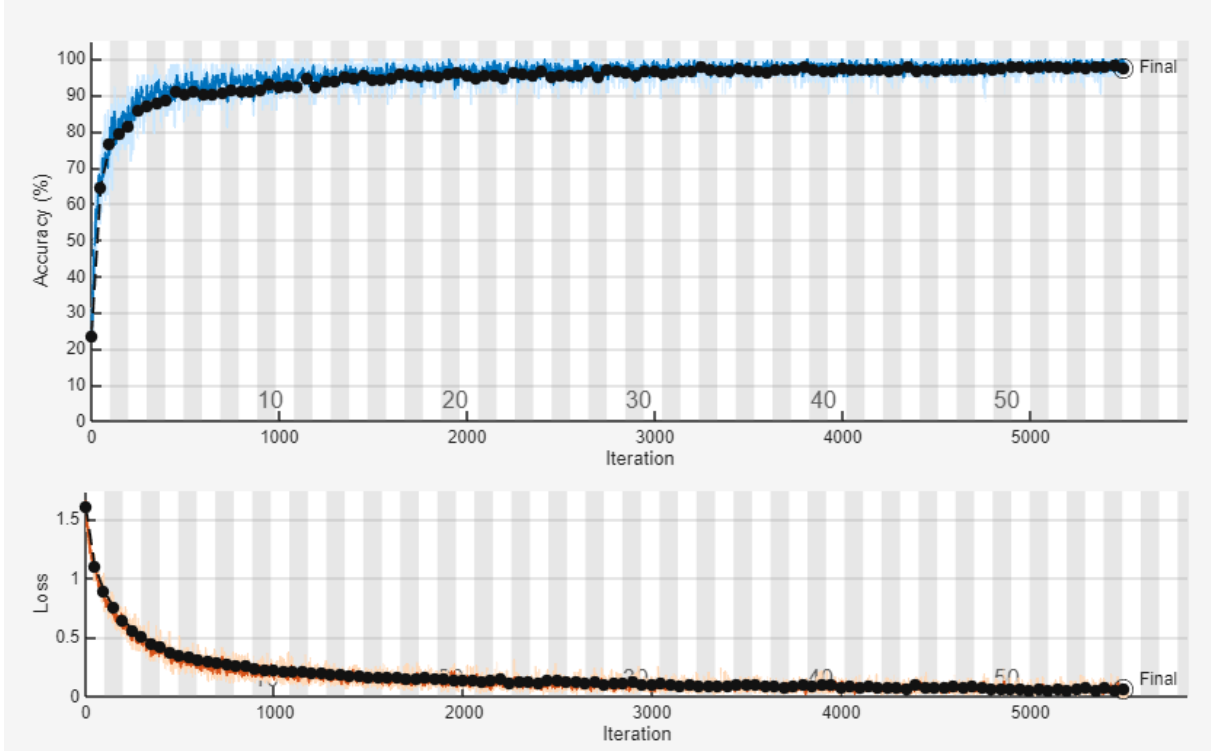
Şekil 2 – Çalışmada kullanılan (a) akım ve (b) gerilim sinyali eğrileri

3.2. AVOA-LSTM ile Arıza Sınıflandırma

Tablo 2’de AVOA algoritması ile 10 iterasyon sonunda Tablo 1’deki hiper parametre opsiyonları üzerinden en iyi eğitim doğruluğunu veren optimal hiper parametre değerleri verilmiştir. Bu parametre değerleri için LSTM model eğitimi süreci doğruluk ve kayıp eğrileri değişimi Şekil 3’te görülmektedir.

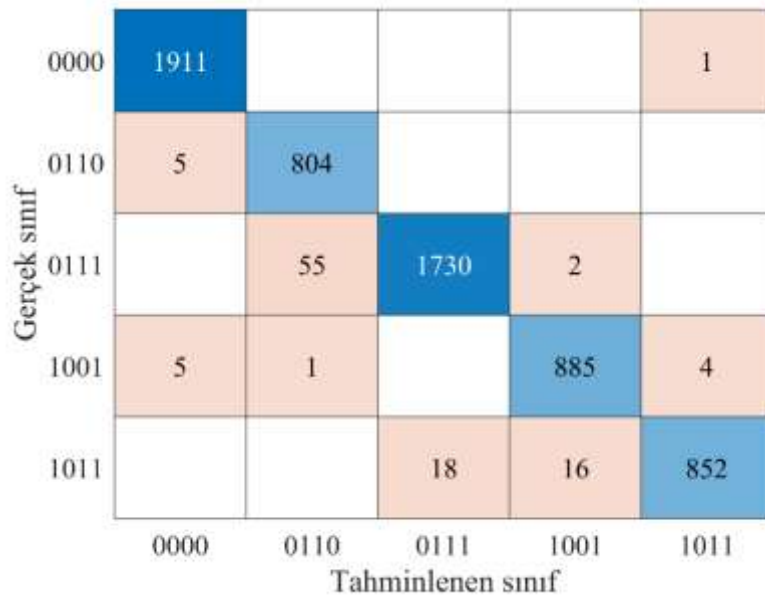
Tablo 2. AVOA algoritması ile bulunan optimal hiper parametre değerleri

Gizli katman sayısı	Öğrenme oranı	Yığın boyutu	Maksimum epoch sayısı	Çözümleyici
128	0.0005	64	80	Adam



Şekil 3 – AVOA-LSTM yöntemi için elde edilen model eğitim süreci doğruluk ve kayıp eğrisi

Şekil 4’te ise eğitim verisi üzerinden AVOA-LSTM modeli için elde edilen karışıklık matrisi görülmektedir. Bu karışıklık matrisi verisi üzerinden elde edilen performans ölçütleri ise Tablo 3’te görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde modelin arızasız durum koşullarını (0000) çok iyi bir şekilde ayırt edebildiği az sayıdaki yanlış-pozitif ve yanlış-negatif değerleri üzerinden analiz edilebilmektedir. Bu sınıf için Tablo 3’te tüm performans metriklerinin de en yüksek değerleri aldığı görülmektedir. Benzer şekilde tek-faz-toprak arızası (1001) için sınıflama başarımının yüksek olduğu söylenebilir. Diğer yandan modelin faz-faz arızası (0110) ile 3-faz/3-faz-toprak arızasını (0111/1111) sınıflamada birbiri ile karıştırdığı görülmektedir. Özellikle 3-faz/3-faz-toprak arızasının hatalı şekilde faz-faz arızası olarak nispeten diğer sınıflama başarımlarına kıyasla yüksek oranda karıştırdığı görülmektedir. Nitekim bu durum faz-faz arızası için kesinlik (PR) ölçütünün en düşük değeri almasından anlaşılmaktadır.



Şekil 4 – AVOA-LSTM yöntemi için model eğitim verisi üzerinden elde edilen karışıklık matrisi

Tablo 3. AVOA-LSTM yöntemi için model eğitim verisine bağlı elde edilen performans ölçütleri

Sınıf	TP	FP	FN	ACC	RC	PR	F1
0000	1911	10	1	0.9983	0.9995	0.9948	0.9971
0110	804	56	5	0.9903	0.9938	0.9349	0.9635
0111/1111	1730	18	57	0.9681	0.9897	0.9788	0.9681
1001	885	18	10	0.9888	0.9801	0.9844	0.9888
1011	852	5	34	0.9938	0.9616	0.9942	0.9776

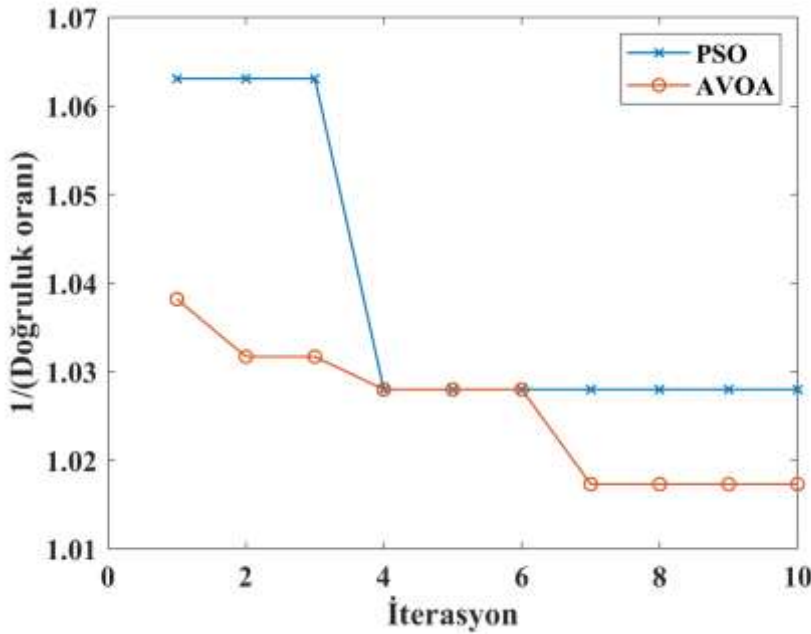
Diğer yandan, 2D-CNN ve LSTM modelleri için kullanılan ve PSO-LSTM ile optimize edilen hiper parametre değerleri Tablo 4’te verilmiştir. 2D-CNN modeli katman olarak 1 adet giriş katmanından, 2 adet 1x3 kernel boyutlu konvolüsyon katmanından, 1 adet tam bağlantılı katmandan ve 1 adet softmax katmanından oluşmaktadır. Bu parametre değerleri için elde edilen doğruluğu (başarımı) oranları da Tablo 5’te görülmektedir. AVOA-LSTM yönteminin diğer karşılaştırma yöntemlerine kıyasla en yüksek başarıımı ve performansı verdiği görülmektedir. AVOA ve PSO algoritmaları ile LSTM model parametrelerinin optimizasyonuna ait yakınsama eğrileri Şekil 5’te görülmektedir. AVOA algoritmasının PSO’ya kıyasla daha hızlı bir yakınsama performansı göstererek iterasyonlar sonunda daha iyi bir minimum değer verdiği görülmektedir.

Tablo 4. Karşılaştırma yöntemleri hiper parametre değerleri

Yöntem	Gizli katman sayısı	Öğrenme oranı	Yığın boyutu	Maksimum epoch sayısı	Çözümleyici
2-D CNN	-	0.0005	32	80	Adam
LSTM	256	0.0005	32	80	Adam
PSO-LSTM	128	0.0005	64	80	RMSProp

Tablo 5. Model eğitim doğruluğu (başarımı) karşılaştırması

2D-CNN	LSTM	PSO-LSTM	AVOA-LSTM
%93.7	%96.3	%97.7	%98.3



Şekil 5 – AVOA ve PSO algoritmalarına ait hiper parametre optimizasyonu yakınsama eğrileri

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, elektrik güç sistemi arızalarının sınıflandırılmasında AVOA-LSTM hibrit derin öğrenme yönteminin kullanımı önerilmektedir. Literatürden alınan arızasız duruma ve 4 farklı arıza tipine ait akım ve gerilim sinyali veri seti üzerinden gerçekleştirilen çalışmada AVOA-LSTM yöntemi ile %98.3 model eğitim doğruluğu elde edilmiştir. Burada AVOA optimizasyonunun kullanılarak hiper parametre seçim opsiyonları üzerinden farklı kombinasyonlar için toplam $4 \times 5 \times 3 \times 4 \times 3 = 720$ model eğitimi yerine 5 (popülasyon sayısı) $\times$ 10 (maksimum iterasyon sayısı) = 50 kombinasyon ile daha az hesaplama yükü ile yüksek doğruluk başarımını veren hiper parametreler bulunmuş olmaktadır. Bu sonuç ile önerilen AVOA-LSTM

yöntemi, karşılaştırma için kullanılan 2D-CNN, LSTM ve PSO-LSTM yöntemlerine kıyasla daha yüksek bir doğruluk performansı göstermiş ve etkinliği kanıtlanmıştır. Gelecekteki çalışmalarda, akım transformatörü satürasyonu ve kapasitör anahtarlama gibi akım ve gerilim sinyallerini etkileyerek hatalı arızalı durum tespitine yol açan etkiler de dahil edilerek oluşturulacak veri seti üzerinde arıza sınıflandırma yapılması planlanmaktadır.

REFERENCES

- Abdollahzadeh, B., Gharehchopogh, F. S., & Mirjalili, S. (2021). African vultures optimization algorithm: A new nature-inspired metaheuristic algorithm for global optimization problems. *Computers & Industrial Engineering*, 158, 107408.
- Ayvaz, A. (2025). An improved walrus optimizer for optimal coordination of directional overcurrent relays in complex networks. *The Journal of Supercomputing*, 81(15), 1-49.
- Cui, X., Zhu, J., Jia, L., Wang, J., & Wu, Y. (2024). A novel heat load prediction model of district heating system based on hybrid whale optimization algorithm (WOA) and CNN-LSTM with attention mechanism. *Energy*, 312, 133536.
- Krishnamurthy, P., Thangavel, S., Dhanalakshmi, R., & Khushi, S. N. (2024). Fault classification in power system with inverter-interfaced renewable energy resources using machine learning. *Journal of Control, Automation and Electrical Systems*, 35(6), 1019-1038.
- Kumar, C., & Mary, D. M. (2021). Parameter estimation of three-diode solar photovoltaic model using an Improved-African Vultures optimization algorithm with Newton–Raphson method. *Journal of Computational Electronics*, 20(6), 2563-2593.
- Lan, L., & Wang, S. (2024). Improved African vultures optimization algorithm for medical image segmentation. *Multimedia Tools and Applications*, 83(15), 45241-45290.
- Lei, X., Li, Z., Jiang, H., Yu, S. S., Chen, Y., Liu, B., & Shi, P. (2025). Deep-learning based optimal PMU placement and fault classification for power system. *Expert Systems with Applications*, 128586.
- Pan, P., Mandal, R. K., & Rahman Redoy Akanda, M. M. (2022). Fault classification with convolutional neural networks for microgrid systems. *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 2022(1), 8431450.
- Prakash, E. S. (2021). Electrical Fault Detection and Classification [Data set]. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/esathyaprakash/electrical-fault-detection-and-classification>
- Rai, P., Londhe, N. D., & Raj, R. (2021). Fault classification in power system distribution network integrated with distributed generators using CNN. *Electric Power Systems Research*, 192, 106914.
- Şener, İ. F., & Tuğal, İ. (2025). Optimized CNN-LSTM with Hybrid Metaheuristic Approaches for Solar Radiation Forecasting. *Case Studies in Thermal Engineering*, 106356.

KİSMİ GÖLGELENME KOŞULLARI ALTINDA PV SİSTEMLERİNDE MAKSİMUM GÜÇ NOKTASININ TAKİBİNDE PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYONU(PSO) YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Dr. Öğrencisi Ömer Faruk ÇİRİŞ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Bölümü

Kahramanmaraş \Türkiye

ORCID ID: 0009-0004-6236-9548

Dr. Öğrt Üyesi Süleyman ADAK

Mardin Artuklu Üniversitesi Yenilenebilir Enerji Bölümü

Artuklu\ Mardin\Türkiye

ORCID ID:0000-0002-9290-0684

Prof. Dr. Ramazan TAŞALTIN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Bölümü

Kahramanmaraş \Türkiye

ORCID ID:0000-0003-2026-2430

Özet

Güneş Fotovoltaik (PV) sistemlerinin elektrik enerjisi üretiminde verimleri düşüktür. PV sistemlerinin Veriminin maksimum düzeyde olabilmesi için maksimum güç noktası takip (MPPT) nin maksimum güç noktasının doğru şekilde takip edilmesine bağlıdır. Maksimum güç noktasının takibinde geleneksel ve meta sezgisel yöntemler mevcuttur. PV sistemlerinin kısmi gölgeleme koşulları (PSC) altında maksimum güç noktalarında yerel maksimum noktaları (LMP) ve küresel maksimum noktası (GMP) oluşur. Kısmi gölgeleme koşulları altında Geleneksel yöntemler maksimum güç noktası takibinde yerel maksimumlara takılıp kalmaktadır. Bu nedenle PV sistemin küresel maksimum noktası tespit edilememektedir. Fakat parçacık sürü optimizasyon (PSO) algoritması ile küresel maksimum noktasını kolay ve hızlı bir şekilde tespit edilmekle birlikte sağlam bir şekilde takip edebilmektedir. Bu makalede kısmi gölgeleme koşulları altında parçacık sürü optimizasyonu algoritması ile küresel maksimum noktasını daha üstün bir şekilde takip edebildiği gösterilmiştir. Parçacık sürü optimizasyon algoritmasında kullanılan parametre seçiminin uygun bir şekilde yapılması ile sistemin MPPT yi kararlı ve az bir hata oranı ile takip ettiği gösterilmiştir. yöntemin Matlab/Simulink devre modelleri ile simülasyon sonuçlarından elde edilen çıktılarına göre PSO algoritmasının veriminin daha üstün olduğu analiz edilmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre PSO yönteminin maksimum güç noktasında salınımların olmadığı. İklim koşullarının hızlı bir şekilde değişimlerinde PSO algoritmasının Küresel maksimum noktasını daha verimli, daha kararlı ve maksimum nokta civarında salınım olmadan üstün bir şekilde maksimum güç noktasını takip edebildiği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Fotovoltaik sistem (PV), Parçacık sürü optimizasyonu(PSO) , Kısmi gölgeleme Şartlarında (PSC), Küresel maksimum güç noktası(GMPP) , Yerel maksimum güç noktası(LMPP)

ABSTRACT

The efficiency of solar photovoltaic (PV) systems in electricity generation is relatively low. For PV systems to operate at maximum efficiency, Maximum Power Point Tracking (MPPT) must accurately follow the maximum power point. There are both conventional and metaheuristic methods used for MPPT. Under partial shading conditions (PSC), multiple local maximum points (LMP) and a global maximum point (GMP) appear on the power-voltage curve of PV systems. In such conditions, conventional methods often get stuck at local maxima, preventing the detection of the global maximum point.

However, the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm can accurately and rapidly identify and robustly track the global maximum point. This study demonstrates that under partial shading conditions, the PSO algorithm can more effectively track the global maximum point. It has been shown that with the appropriate selection of parameters used in the PSO algorithm, the system can follow MPPT in a stable manner and with a low error rate. Based on simulation results obtained from Matlab/Simulink circuit models, the performance of the PSO algorithm has been analyzed and found to be superior. According to the simulation results, the PSO method tracks the maximum power point without oscillations. Under rapidly changing climatic conditions, the PSO algorithm is shown to efficiently, stably, and accurately follow the global maximum power point without oscillation around the maximum.

Keywords: Photovoltaic System (PV), Particle Swarm Optimization (PSO), Partial Shading, , Condition (PSC), Global Maximum Power Point (GMPP), Local Maximum Power Point (LMPP)

1.Giriş

Son yıllarda fosil yakıtlarının tükenecek olması ve aşırı derece de karbon salınımından dolayı iklim değişikliğine neden olacaktır. Bu yüzden bu fosil yakıtlarının kullanılmasına sınırlamalar getirilmiştir. Bu nedenlerden dolayı giderek yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep artmaktadır. Özellikle güneş enerjisinin temiz ve sınırsız olmasından dolayı PV sistemlerden elektrik enerjisi üretimi çok cazip hale gelmiştir. Fotovoltaik panellerinin bakıma ihtiyaç duymaması ve temiz enerji kaynağı olması bu enerji kaynağının avantajlarıdır. Fakat PV panellerinden yeteri kadar verim elde edilememesi ve kurulum maliyetlerinin yüksek olması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır. Fotovoltaik teknolojiler esas olarak güneşten gelen

enerjiyi kullanmak ve onu elektronik bir süreç aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürmek için kullanılmaktadır (K. Sarah,(2020) .Bir PV sistemin verimi güneşten gelen ışıının miktarına, sıcaklık ve yük değeri gibi faktörlere bağlıdır. Normal sıcaklık ve ışıının koşullarında PV panellerinden maksimum güç noktası (MPP) elde edilir. Fakat Kısmi Gölgeleme koşulları , fotovoltaiik sistemlerin P-V özellikleri üzerinde önemli etkiye sahip olan koşullarından birisidir. PV sistemlerinin bazı kısımları, ağaçların gölgesi, yüksek binalar, direkler, hareketli bulutlar veya komşu modüller nedeniyle güneş ışığından daha az ışıının alabilir (Al-amin ve diğ). PV sistemleri gölgeleme gibi faktörlerden olumsuz etkilenebilir(A.Altamimi and D. Jayaweera.,2017), bu da PV güç çıkışında önemli miktarda bir azalmaya yol açar(R. Bruendlinger ve diğ., 2006) . Çoklu tepe noktaları, gölgeli hücrelerin hasar görmesini önlemek için bypass diyotlarının çalıştırılmasından kaynaklanmıştır (H. Patel and V. Agarwal . Bir PV dizisinin bir kısmı gölgelendiğinde, baypas diyotlarının varlığı nedeniyle birden fazla sınırlandırılmış güç noktası oluşur (A. Aminou Moussavou .,2018) . Güneş pillerinin akım-voltaj (I-V) eğrileri kirlenme, tek biçimli olmayan ışınlama, bulut, hücre hasarı, kısmen gölgeleme vb. nedenlerden dolayı aynı olmadığında, bir PV dizinin çıkış gücü önemli ölçüde azalır (Bangyin ., 2009)[8]. Kısmi gölgeleme koşulları (PSC) altında birkaç (MPP) maksimum güç noktası oluşacaktır. Bunlar yerel maksimum güç noktası (LMPP) ve küresel maksimum güç noktası (GMPP) şeklinde oluşacaktır. Buradaki maksimum güç noktasını izlemek için geleneksel metotlarla verimli bir şekilde izlenememektedir. Değişir ve gözlemle (P&O) yöntemler basit ve ucuz bir yöntemlerdir. Fakat değişen çevre koşulları altında MPP yi izlemek için verimli bir yöntem değildir. Ayrıca bu yöntemler maksimum güç noktası etrafında salınımlar oluştururlar. Artımlı iletkenlik (INC) yöntemi, dizi gücünün dizi voltajına göre türevinin MPP'de ideal olarak sıfır, MPP'nin solunda pozitif ve MPP'nin sağında negatif olması gerçeğini kullanır. INC yönteminin hızla değişen çevre koşullarında iyi performans gösterdiği, ancak karmaşık donanım ve yazılım gereksinimleri nedeniyle artan tepki süreleri pahasına olduğu gösterilmiştir. Kesirli Açık Devre Voltajı (FOCV) yöntemi, MPP'yi izlemek için dizinin açık devre voltajı olan VOC ile maksimum gücün elde edildiği dizi voltajı olan VM arasındaki yaklaşık ilişkiyi kullanır. P&O gibi, FOCV algoritması da ucuzdur ve oldukça basit bir şekilde uygulanabilir. Ancak, FOCV yöntemi gerçek bir MPP izleyicisi değildir çünkü VOC ile VM arasındaki varsayılan ilişki yalnızca bir yaklaşımdır(Selvapriyanka. P,ve Vijayakumar. G, ,2014) . Bulanık mantık ve sinir ağı tabanlı algoritmalar, değişen çevre koşulları altında hızlı yakınsama ve yüksek performans göstermiştir, ancak bu algoritmaların uygulanması istenmeyen şekilde karmaşık olabilir (Alajmi., 2011).

Geleneksel yöntemler maksimum güç noktasını takip etmede yerel maksimum güç noktalarına takılıp kalır ve küresel maksimum güç noktasını tespit edemezler. Bu nedenle geleneksel yöntemler MPP takip etmede güç kaybına sebep olurlar. Bu kayıpları önlemek için çoğu araştırmacı iki aşamalı yaklaşımlar önermişlerdir. Yapay sinir ağı (YSA) Doğrudan arama algoritması bulanık mantık kontrolü M. (Veerachary.,2003) . Bununla birlikte bu yöntemler donanım tasarımında çok pahalı ve zaman alıcı ve karmaşık yöntemlerdir. Son zamanlarda, çok boyutlu ve çok modlu problemlerle başa çıkmak için, araştırmacılar tarafından doğal olarak teşvik edilen teknikler, yani sürü zekası ve evrimsel algoritmalar önerilmiştir (S. Gupta.,2011) . Evrimsel algoritma, PV sistemi tarafından MPPT için kullanılan Diferansiyel Evrim (DE) algoritmasını ve Genetik Algoritmayı (GA) içerir. Bu algoritmaların her ikisi de kısıtlamaların yeni deneme yanılma yöntemi ile elde edildiğinden yürütülmesinde çok zaman alır. Sürü zekası, algoritmaları ise Karınca Optimizasyonu (ANO),Yapay arı kolonisi ve Parçacık Sürü Optimizasyonu' nu (PSO) içerir. ANO, GMPP'yi izlemede yardımcı olur ancak yakınsaması yavaşır ve ayrıca kullanıcıya bağlıdır. (H. Taheri., 2010) .

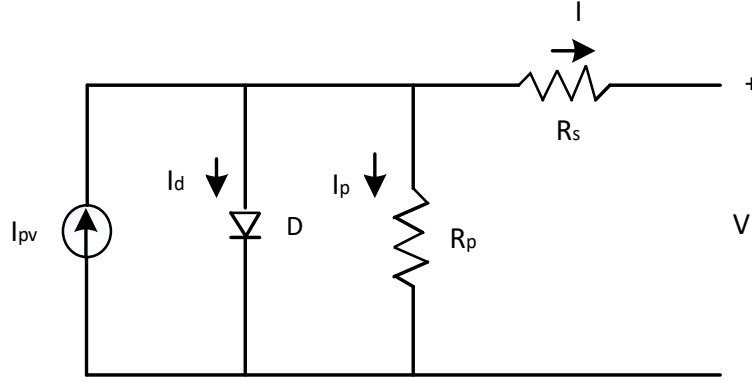
Bu makalede kısmi gölgeleme koşulları altında PV panellerinden küresel maksimum güç noktasını tespit edebilmek için parçacık sürü optimizasyon algoritmasının iyileştirilmesi yapılmıştır. Parçacık sürü optimizasyon algoritması sayesinde hem doğrusal olmayan sistemler ile başa çıkmak hem de kısmi gölgeleme koşulları altında küresel maksimum güç noktasını izlemeye karşı yüksek yeterlilik, güvenilirlik ve sağlamlık gösterir. Önerilen yöntemlerin doğruluğunu göstermek amacıyla PSO yöntemleri için Matlab /Simulink devre modelleri kullanıldı. Kısmi gölgeleme koşulları altında bu yöntem için 3 adet seri bağlı PV paneli kullanıldı. PV panellerine 25 °C sabit sıcaklıkta ve 4 farklı ışımaya koşulları altında bu yöntemin simülasyon sonuçları analiz edildi. Kısmi gölgeleme koşulları altında PSO algoritmasında kullanılan uygun parametre seçimlerinin yapılması ile GMPP yi etkin bir şekilde izleyebildiği ve güç düşümlerini PSO yönteminin çok daha fazla azaltıldığı gösterildi. Ayrıca kısmi gölgeleme koşulları altında GMPP yi izlemede PSO algoritmasının üstün performans sergilediği simulink sonuçları ile elde edilen grafiklerin analizleri yapılmıştır.

2. MATERYAL METOT

2.1. Güneş Hücresinin Eşdeğer Devresi

Güneş pili esas olarak PV yongalarından oluşur(Y. Ma, X. Zhou ve diğ .,2017). Güneş radyasyon ışığının enerjisini doğrudan yük için voltaja, akıma dönüştürür ve elektriksel etki olmadan elektrik iletir. Elektrik gücü doğrudan yarı iletkenin PN ara yüzünden elde edilir; bu nedenle güneş pili fotovoltaiik hücre olarak da bilinir (R. Nagarajan.,2017) . Çeşitli

çalışmalarda çeşitli PV hücre matematiksel modelleri kullanılmıştır. Şekil.1 PV hücresinin eşdeğer devresini göstermektedir. Burada I_{pv} ; hücrenin ürettiği foton akımı, R_s ve R_p sırasıyla seri ve paralel direnci göstermektedir. Eşdeğer devrede diyot akımı (I_d)



Şekil. 1. PV Modül/Hücre için tek-diyot eşdeğer devre şeması

R_s = seri direnç, toplu malzemenin elektron akışına karşı gösterdiği direnç ve toplu malzeme ile metal teması arasındaki dirençtir ve yük direnciyle seridir (Md. Fahim Ansari ve diğ .,2020).

I_D Diyot akımı şu şekilde ifade edilir;

$$I_D = I_0 \left(e^{\frac{V_D}{aV_T}} - 1 \right) \quad (1)$$

V_T ifsadesi şu şekilde yazılır;

$$V_T = kN_s T / q \quad (2)$$

N_s : PV modül için seri bağlı hücre sayısı ile gösterilmektedir.

, q : Elektron yükü ($1,6 \times 10^{-19}$ C)

T : Kelvin cinsinden hücre sıcaklığıdır (Hejri M ve diğ 2016) .

Devreden geçen I akımı aşağıdaki gibi ifade edilir aşağıdaki ifade elde edilir;

$$I = I_{PV} - I_0 \left(e^{\frac{V + IR_s}{aN_s T}} - 1 \right) q - \frac{V + IR_s}{R_p} \quad (3)$$

PV sistemlerinden yüksek enerji ihtiyacı olduğunda PV panelleri seri ve paralel olarak bağlanır. Genel durumdaki PV dizileri için matematiksel model şu şekilde yazılabilir (X. H. Nguyen and M. P. Nguyen.,2015) :

$$I = N_p I_{PV} - N_p I_0 \left(e^{\frac{q(N_s + \frac{IR_s}{N_p})}{aN_s T}} - 1 \right) - \frac{V(N_s + \frac{IR_s}{N_p})}{R_p} \quad (4)$$

Burada

I_0 :diyot sızıntı akımı,

A :diyot idealite faktörü ve

V_D :diyot uç gerilimini göstermektedir

V_T : diyot üzerindeki termal gerilimi ifade etmektedir.

N_P : Paralel olarak bağlanan PV modüllerinin sayısı

N_s : Seri olarak bağlanan PV modüllerinin sayısıdır.

Tek bir güneş hücresinden yayılan enerji miktarı çok düşüktür (200-240 watt). Yüksek enerji üretimi için güneş hücreleri, PV dizileri ve PV panelleri oluşturmak için paralel veya seri olarak bağlanır (U. Yılmaz, ve diğ .,2019) . Tablo 1, önerilen modelde kullanılan PV modülü Suntech Power STP250-20/Wd özelliklerini göstermektedir.

TABLO 1 PV PANELİNİN KAREKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ

Pv Panel Parametreleri	Semboller	Büyüklik Değerleri
Maksimum güç (W)	P_{mak}	250.205
Açık devre voltajı (V)	V_{oc}	37.4
Kısa devre akımı (A)	I_{sc}	8.63
Maksimum güç noktası gerilimi (V)	V_{mp}	30.7
Maksimum güç noktası akımı (A)	I_{mp}	8.15
Voc nin Sıcaklık Katsayısı (%/deg.C)	Voc	-0.339998
Isc nin Sıcaklık Katsayısı (%/deg.C)	Isc	0.056501

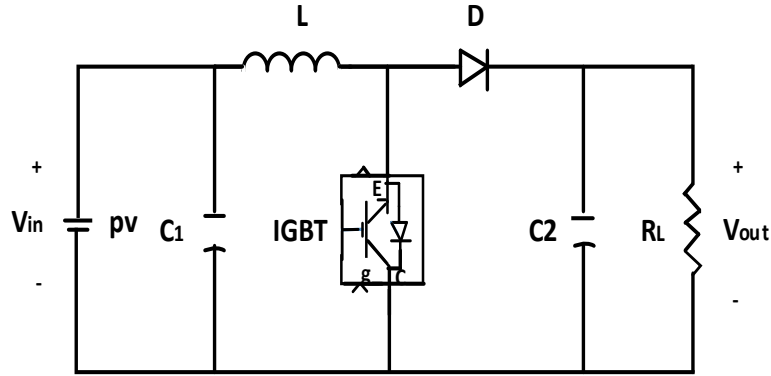
2.2 .DC-DC Yükseltici Dönüştürücü

Yükseltici dönüştürücü, giriş voltajına göre çıkış voltajını yükselten bir cihazdır (V. Michal, D ve diğ.,2016)“ . Geleneksel olarak (Doğru Akım- Doğru Akım) DC-DC yükseltici dönüştürücü devresi Şekil2.'de gösterilmiştir. Düzenli olarak AÇIK ve KAPALI durumları arasında geçiş yapan bir anahtarlama güç dönüştürücüsüdür.

Bir giriş voltaj kaynağı V_{in} , bir indüktör L, bir diyot D, bir MOSFET, kontrollü bir yarı iletken anahtar S, bir çıkış kapasitörü C_2 ve bir yük direnci R_L basit bir yükseltici dönüştürücü devresini oluşturur. yükseltici dönüştürücü, görev döngüsü D üzerinde hareket ederek panelin sağladığı voltajın ayarlanmasına izin veren PV paneli tarafından oluşturulan MPP'yi takip eder (G. Singh ve S. Kundu, .,2020).

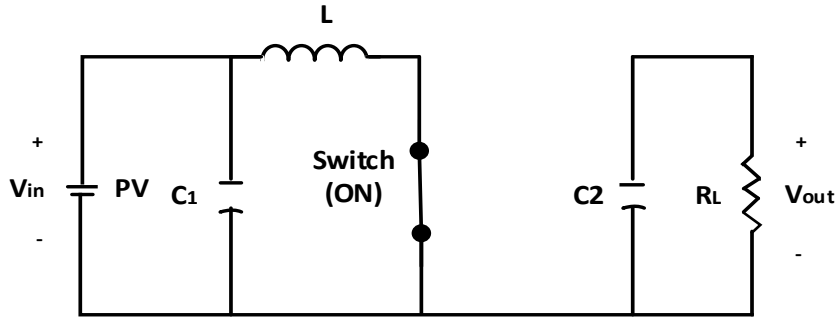
Yükseltici dönüştürücüde, çıkış voltajı giriş voltajıyla şu formülle ilişkilidir:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1-D} \quad (5)$$



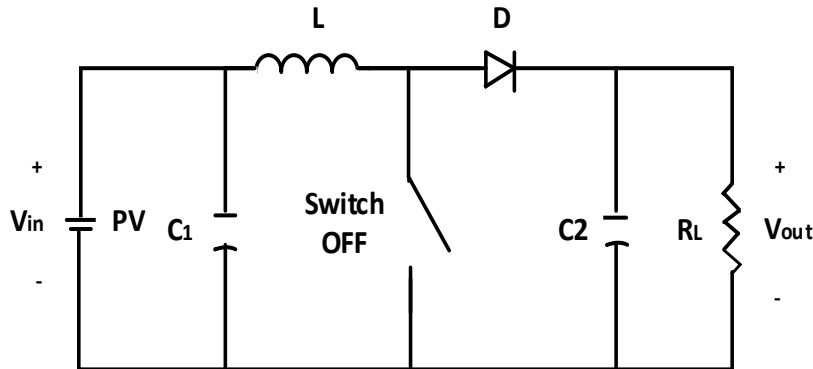
Şekil.2 . DC-DC yükseltici dönüştürücünün devre şeması

Geleneksel bir DC - DC yükseltici dönüştürücünün iki çalışma modu vardır. Şekil 3.de gösterilen ilk modda, anahtar S kapalıdır ve böylece akımın akması için en az dirençli yol oluşturulur. Endüktör, giriş kaynağından sağlanan enerjiyi alır ve bu da endüktörde akan akımın doğrusal olarak artmasıyla sonuçlanır.



Şekil .3. DC-DC yükseltici dönüştürücünün ON durumu iken eşdeğer devresi

Şekil 4.'te gösterilen ikinci modda ise anahtar açılır ve endüktörde depolanan enerji diyot aracılığıyla boşalır , enerjiyi çıkış kapasitörüne sağlar çıkış gerilimi , giriş voltajından daha yüksek bir voltaja yükler.



Şekil.4. DC-DC yükseltici dönüştürücünün OFF durumunda iken eşdeğer devresi

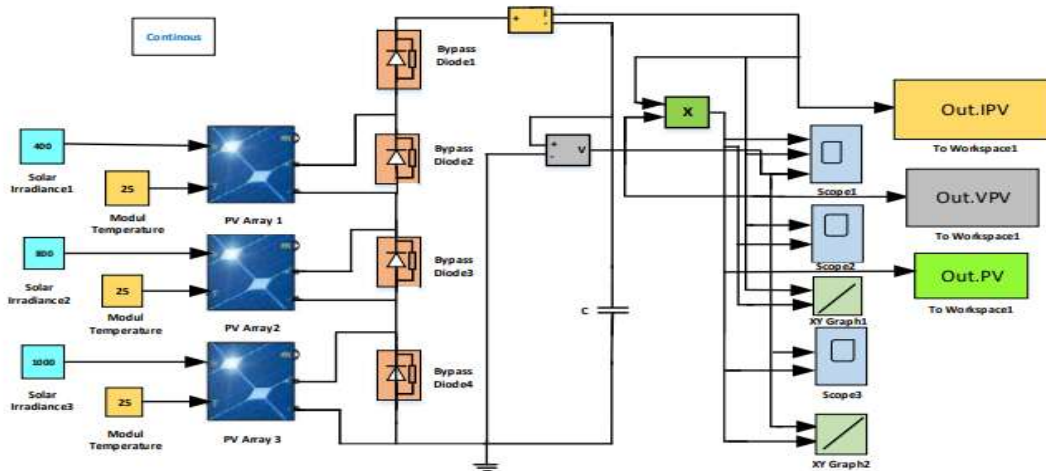
2.3. Kısmi gölgelendirmenin etkisi

Fotovoltaik modül, daha yüksek bir voltaj üretmek için seri olarak bağlanan ve çıkış akımını artırmak için paralel olarak bağlanan birçok PV hücresinden oluşur. Daha sonra, birden fazla PV modülü paralel/seri olarak bağlanarak bir Fotovoltaik Üretim Sistemi (PGS) oluşturulur.

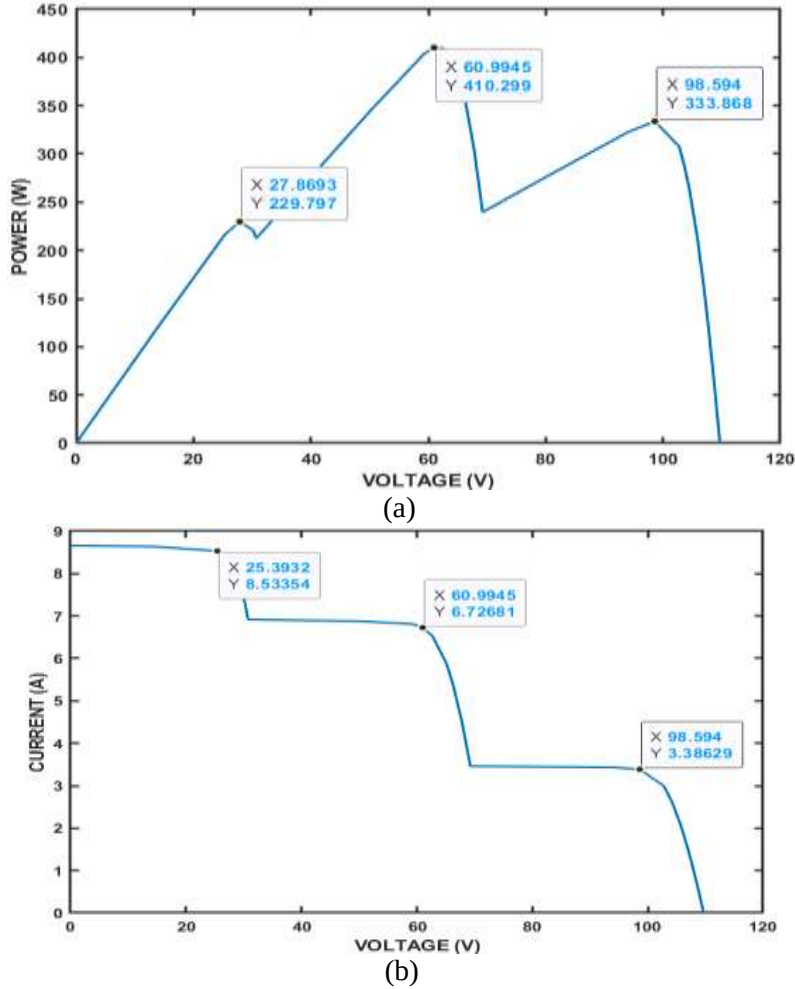
PV panel, sıcaklığın 25°C ve güneş ışınımının 1000 W/m^2 olduğu standart test koşullarında tek bir maksimum güç noktasına ulaşılır. Maksimum güç noktası'nın izlenmesinde tüm panellerin aynı atmosferik koşullarda çalıştığı durumu göz önüne alınmaktadır. Ancak bu durum her zaman doğru değildir (Anoop, ve Nandakumar, 2018). Güneş panellerinin başarımını etkileyen en önemli parametrelerden biri panellerin gölgelenme durumudur. Panelden alınacak olan güç değeri enerji üretim verimini gölgeleme şartlarına karşı daha duyarlı bir yapıya dönüştürmektedir. Panellerdeki Güç kaybı, güneş panellerinin gölgelenme türüne ve gölgeli olan kısmın alanına bağlı olarak değişmektedir (Azharuddin,.,2012).PV panellerin üzerine hareket halindeki bulutların, yağmur damlacıklarının, toz parçacıklarının, ağaç dallarının, yüksek yapıların ya da diğer olası nesnelerin gölgelerinin gelmesi gibi çevresel etkenler sebebiyle kısmi gölgelenme şartları altında çalışma durumu ile karşılaşabilirler. Bu durumda gölgelenmiş güneş panelleri diğer panellere göre daha az miktarda akım üretecektir. Panellerin daha az miktarda akım üretmesi, panel güç değerinde de kayıplara neden olacaktır. Bu gibi durumlarda çalışmasını normal bir şekilde sürdürmeye devam eden PV panellerde üretilen yüksek akım miktarı, kısmi gölgelenme şartları altında çalışan panellere zarar vermektedir. Bu zararı önlemek amacıyla her bir PV paneline paralel bağlı olacak şekilde bypass bağlı diyotlar kullanılmaktadır. Bu durumda oluşacak olan yüksek akım değeri bypass diyot devresinin üzerinden geçerek kısmi gölgelenme şartları altında kalan PV panellerin zarar görmesini önleyecektir (Kandemir, 2020).Kısmi gölgelenme şartları altında, PV sistemin güç-gerilim karakteristik eğrisinde birden fazla yerel maksimum güç noktası (LMPP) ve bir tane en yüksek çıkış gücüne sahip global maksimum güç noktası (GMPP) vardır. Kısmi gölgelenme şartları sadece PV enerji sistemlerinin çıkış gücü ve çıkış gerilimi değerlerinin azalmasına etki etmemektedir. Aynı zamanda PV panellerde oluşacak olan sıcak noktaların zarar görmesine neden olmaktadır. Bu durumda PV modül hücrelerinin aşırı ısınmasına bağlı olarak fiziksel yapılarının zarar görmesine sebep olmaktadır. Bu tür istenmeyen olayları önlemek amacıyla yine her bir PV paneline paralel bağlı olacak şekilde bypass bağlı diyotlar kullanılır. Bypass bağlı diyotlar kısmi gölgelenmenin olmadığı normal çalışma koşullarında pasif durumda olup, sistem üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi bulunmamaktadır. Ancak kısmi gölgelenme şartları altında, gölgelenmenin olduğu ilgili PV panellerindeki bypass bağlı diyot devreleri aktif hale

geçerek sıcak nokta durumuna karşı koruma sağlamış olurlar. Bypass bağlı diyotlarının bu avantajlarının yanı sıra farklı sorunları da bulunmaktadır. Bu sorunlardan biri, kısmi gölgelenme şartları altında bypass bağlı diyot devresinin çalıştığı PV panel üzerinde güç ya da enerji üretiminin gerçekleştirilememesidir. Bu durumda maksimum güç seviyesi azalmaktadır. PV enerji sisteminin güç-gerilim karakteristik eğrisinde birden fazla tepe noktası oluşmakta ve sistem karmaşık bir yapı haline dönüşmektedir (Kandemir, 2020). PV modülü PSC durumunda yaklaşık %50 güç tasarrufu sağlayabilir (Joshi, Arati[ve diğ., 2019)

Kısmi gölgeleme koşullarını oluşturmak için matlab/simulinkte devre modelinde 3 adet PV panelini seri bağlayarak ve panellere fotodiyot bağlantıları yapılarak bir PV sistemi elde edilir. Bu PV sistemi şekil 5. da gösterilmiştir. PV panellerinin her birine 25°C sabit sıcaklık ve farklı ışıınım değerleri uygulanmıştır. Sistemdeki panellere 25°C sabit sıcaklıkta ve farklı Işıınım değerleri olarak 400 W/m² , 800 W/m² , ve 1000 W/m² her bir panele uygulanmıştır. PV sistemine bu değerler uygulandıktan sonra simulink de Güç- Gerilim ve Akım-Gerilim eğrileri elde edilmiştir. PV Sisteminin simülasyon sonuçlarından elde edilen Şekil 6. de (a) P-V eğrisi ve(b) I-V eğrisi gösterilmiştir.



Şekil .5. Kısmi gölgeleme koşulu (PSC) altında 3 PV panelden oluşan PV sistemi

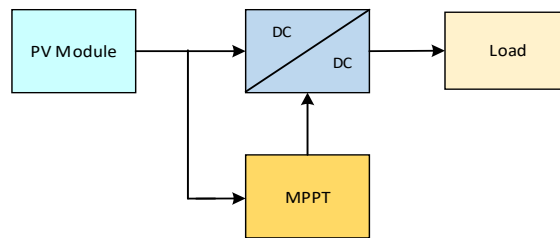


Şekil.6. Kısmi gölgeleme altında (PSC) PV dizisinin a) P-V eğrisi b) I-V eğrisi

2.4. Maksimum Güç Noktası Takibi

PV hücrelerinden yüksek verimlilikte elektrik enerjisi elde edilmesi hedeflenmektedir. Bu nedenle PV sistemler maksimum verimde kullanılması istenen sistemlerdir. Normal ışınım ve sabit sıcaklık altında PV sistemlerinden maksimum güç elde edilir. Panel sıcaklığı, güneş ışınım değeri ve yük değişimine göre PV sistemlerin maksimum güç noktası değişkenlik göstermektedir. Özellikle sistem doğrudan yüke bağlı olduğu durumda PV sistemin maksimum güç noktasında çalışmadığı görülmektedir. Bundan dolayı, PV sistemin verimliliğini artırmak ve PV panellerden maksimum gücün çekilebilmesini sağlamak amacıyla maksimum güç noktası takibi (MPPT) yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir (Safari ve Mekhilef., 2011). PV enerji sistemlerden maksimum güç üretebilmek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Elektronik takip yöntemi bu yöntemlerden birisidir. Bu yöntemde, PV enerji sistemi güç değerinin maksimum olduğu noktayı bulmaktadır. Bu amaçla kullanılan metasezgisel algoritmalar, yapısındaki farklı senaryolar ile bu değeri korumayı ya da daha da geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu yöntem, maksimum güç noktası takibi (MPPT) olarak

isimlendirilmektedir. Maksimum güç noktası değerini sistemde kullanılan bir yazılım algoritması ile takip etmek, sistemde gereksiz malzeme ve bakım maliyeti oluşturmaz. Bu nedenle MPPT algoritmaları PV panel veriminin artırılmasında en uygun yöntemdir. Şekil 7 .'da MPPT sistemini içeren PV enerji sistemine ait blok diyagramı gösterilmiştir. Bu sistemde ölçülen akım ve gerilim değerleri MPPT yöntemi içerisinde kullanılan bir algoritma sayesinde darbe genişlik modülasyonunda (PWM) görev döngüsünü ayarlamaktadır. MPPT yöntemindeki algoritma ile elde edilen görev döngüsü DC-DC dönüştürücünün anahtarlama elemanına uygulanarak çıkış gücü ayarlanabilmektedir. Bu işlem sürekli olarak DC-DC çevirici devresinin çıkışındaki sistemden alınan akım gerilim değerleri algoritma ile kontrol edilerek çıkış gücü ayarlanabilmektedir. MPPT yöntemleri karmaşıklık, takip hızı, doğruluk, yöntem tanınırlığı, maliyet vb. gibi etkenler sebebiyle birbirlerinden ayrılmaktadır (Esrar, & Chapman, 2007). PV panellerin maksimum güç noktasında çalıştırılmasını sağlamak amacıyla literatürde iki temel yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler geleneksel MPPT yöntemleri ve metasezgisel MPPT yöntemleridir. Geleneksel yöntemler eşit dağılımlı güneş ışması ve sabit sıcaklık şartları altında maksimum güç noktası takibini doğru bir şekilde yerine getirmektedirler. Fakat kısmi gölgelenme şartları altında maksimum güç noktası takibini doğru olarak yapamayabilirler. Çünkü PV modüller kısmi gölgeleme şartları altında güç gerilim karakteristik eğrisinde birkaç yerel maksimum güç noktasına (LMPP) ve sadece bir tane küresel maksimum güç noktasına(GMPP) sahip olacaktır. Bu durumda geleneksel yöntemler yerel maksimum güç noktalarına takılıp kalarak küresel maksimum güç noktasını izlemeye başarısız olmaktadır. Bu problemin üstesinden gelebilmek için metasezgisel tabanlı algoritmalar geliştirilmiştir. (Karakaya, 2021).Parçacık sürü optimizasyon (PSO) algoritması diğer algoritmalar ile karşılaştırıldığında, takip hızının yüksek, karmaşıklığının orta, doğruluğunun çok yüksek ve veriminin yüksek olduğu görülmektedir. Bundan dolayı maksimum güç noktası takibinin PSO algoritması kullanılarak yüksek doğruluk değerlerinde yapılabildiği söylenebilir (Karakaya, 2021).



Şekil .7. MPPT sistemin blok diyagramı

3. MPPT ALGORİTMALARI

3.1 Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) Algoritması

Doğrusal olmayan optimizasyon problemleri için kullanılan basit bir biyolojik esinlenme tekniği Parçacık Sürüsü Optimizasyonu 'dur (PSO). PSO iki ana ilkeye göre çalışır; biri geçmiş verilerden öğrenmek, diğeri ise sürü ajanları arasında güncel bilgileri iletmektir (P. S. Gavhane ve diğ., 2017) . PSO teknolojisi bir dizi parçacık içerir. PSO teknolojisinde bir dizi parçacık bulunur. Her parçacık, araştırma sürecinde elde edilen verileri değiştirerek en iyi çözümü bulmak için bir çözüm önerir. Basit bir matematiksel ilişkiye dayanarak, bu parçacıklar arama sahası civarında hareket ederler (M. Sarvi ve diğ.,2015) . Parçacıkların konumu ve hızı, (6) ve (7) denklemlerine göre güncellenir. Bu çalışmada, parçacık sürüsü konumu görev döngüsü olarak alınır ve uygunluk fonksiyonu PV sisteminin çıkış gücüdür. Aşağıdaki denklemlerle parçacık konumu di güncellenir (H. Rezk ve diğ .,2017) ;

$$d_i^{k+1} = d_i^k + v_i^k \quad (6)$$

Burada:

v_i , k+1 yinelenmesindeki adım boyutudur.

$$v_i^{k+1} = wv_i^k + c_1r_1(P_{best} - d_i^k) + c_2r_2(G_{best} - d_i^k) \quad (7)$$

Burada:

r_1 ve r_2 , [0,1]'den rastgele değerlerdir;

w , eylemsizlik ağırlığıdır;

c_1 ve c_2 , ivme katsayılarıdır;

G_{best} , tüm popülasyondaki en iyi konumdur

P_{best} , parçacık i'nin en iyi konumudur;

PSO'nun temel amacı, MPP'yi izlemek ve görev döngüsünü ,DC-DC dönüştürücüye uygularken maksimum gücü elde edecek seviyeye getirmek . PV sisteminin doğası gereği maksimum bir güç noktası vardır. Ancak, gölgelenme durumunda, sistemin birden fazla güç noktası vardır ve istenen prosedür GMPP'yi bulmaktır. Güneş ışınlamı değişirse, yeni bir GMPP vardır. PSO algoritması parçacıkları yinelemeler, görev döngüsü aralıkları ve ağırlıklar olarak başlatır.Algoritma, başlangıç parçacığına göre, DC dönüştürücüyü sürmek için gereken görev döngüsünü, sonuçta elde edilen PV voltajını, akımını ve gücünü ölçerek hesaplar. Sonuçta elde edilen güç (uygunluk) bireysel parçacık olarak daha iyiye, görev döngüsünü en iyi konum olarak güncelleyin. Bu prosedür, GMPP'ye ulaşana kadar tüm parçacıklar için tekrarlanacaktır . Tablo 2 de Parçacık sürü optimizasyon algoritmasında kullanılan parametrelere ait değerler verilmiştir.

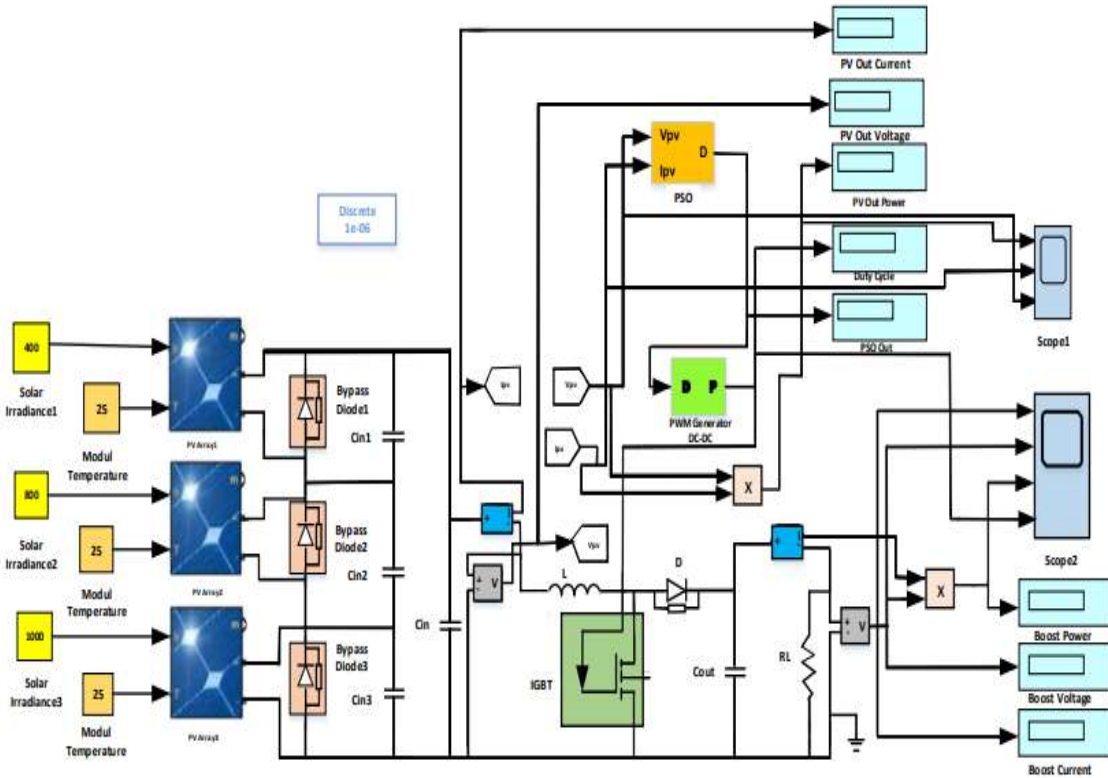
TABLO 2 PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYON ALGORİTMASINA AİT PARAMETRE DEĞERLERİ

PSO Parametreleri	Semboller	Değerleri
Parçacık Sürü büyüklüğü		4
İterasyon sayısı	sayaç	300
Maksimum görev döngüsü	D_{mak}	0.9
Minimum görev döngüsü	D_{min}	0.1
Eylemsizlik katsayısı	W	0.4
Bilişsel katsayı	C_1	1.2
Sosyal katsayı	C_2	2.0

4. SİMULASYONUN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ VE SONUÇLAR

4.1 Matlab Simulink Modeli

Önerilen Sistemin, MATLAB/SIMULINK devre modelinde birbirine seri olarak bağlı 3 adet PV paneli , DC-DC yükseltici dönüştürücü devresi, ve simulink yazılımlarını içeren MPPT kontrolcü biriminden oluşan bir yapıdır. Sistemde kullanılan PV panelinin sahip olduğu özellikler Tablo 1. de verilmiştir. Kısmi gölgeleme koşulları altında sabit sıcaklıkta 25°C de ve değişen ışıınım koşulları altında PV panellerinin güç ve gerilim özellikleri analiz edilir. Bu çalışmada üç panelin sabit sıcaklıkta 25 °C de, Kısmi gölgeleme koşulları altında farklı ışıınım seviyeleri olarak durum-1 için 200 W/m² ,700 W/m² ,1000 W/m² **durum-2** için 200 W/m² ,400 W/m² ,800 W/m² değerleri üzerinden PV panellerinin maksimum güç noktasının takip kontrolünde kullanılan PSO algoritmasının sümulink sonuçlarının analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada üç PV panelinin, kısmi gölgeleme koşulları altında, farklı ışıınım seviyelerinde iki algoritmanın MPPT sinin sonuçlarının karşılaştırması ve analizleri yapılmıştır. Kısmi gölgeleme koşulları altında PV panel sisteminde yerel maksimum noktaları ve küresel maksimum noktası oluşur. Sistemin maksimum güç seviyesini bulmak için Küresel maksimum noktasının tespit edilmesi gerekir. PSC altında en büyük zorluk küresel maksimum noktalarının tespit edilmesidir. MPPT kontrolcüsünün asıl amacı PSC altında maksimum güç noktasını izlemesidir. Bu durumlarda en iyi çözüm optimizasyon tekniklerini kullanmaktır. Bu çalışmada PSC altında küresel maksimum noktasının tespit edilmesinde parçacık sürü optimizasyon algoritması yöntemi ile tespit edilmiştir. P-V özelliklerinden, ışıınım seviyesindeki artışın akım ve güç değerini artırdığı ve ışıınım seviyesindeki azalmanın akım ve güç değerlerini azaltacaktır. Bu, yükseltici dönüştürücünün maksimum güce ulaşması için en iyi görev değerini belirleyen yöntem parçacık sürü optimizasyon algoritması ile elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir.. Kısmi gölgeleme koşulları altında üç PV dizisinin farklı ışıınım seviyelerindeki simulink devre modellerinden elde edilen sonuçlar incelendi. Şekil 8. de Yükseltici dönüştürücü parçacık sürü optimizasyonu algoritması simulink devre modeli şeması gösterilmiştir.



Şekil 8. PSC altında , sistemin PSO algoritması simulink devre modeli

4.2. Simulasyon Sonuçları

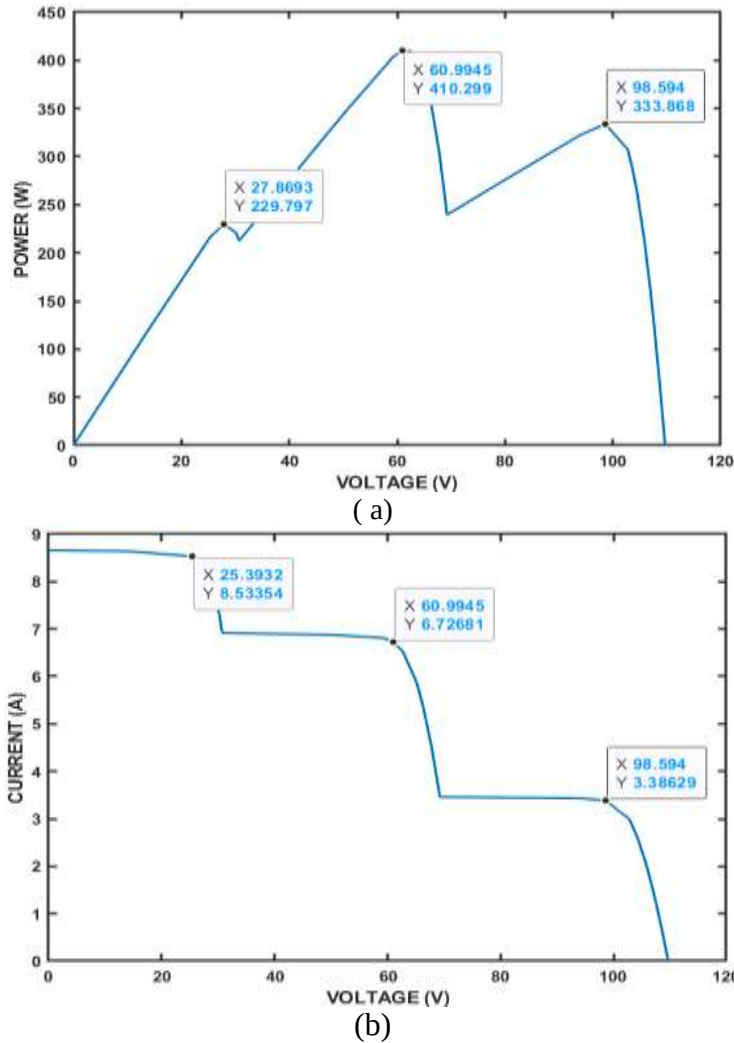
Kısmi gölgeleme koşulları altında küresel maksimum noktasını takip etmek için MPPT kontrol sisteminde PSO algoritmaları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen sistem 25°C sabit sıcaklıkta, 2 farklı durumda ve her bir durum için 3 farklı ışınma seviyesi kullanılmıştır. Bu sisteme göre simülasyon sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen simülasyon sonuçları ile her bir yöntemin sağlamlığı, etkinliği verimi, yakınsama hızı, kararlılıkları, kararlı duruma geçiş süreleri, yükselme süreleri ,kararlı durum civarındaki salınımları ve zorluk dereceleri yönünden analizleri yapılmıştır.

Durum-1 :

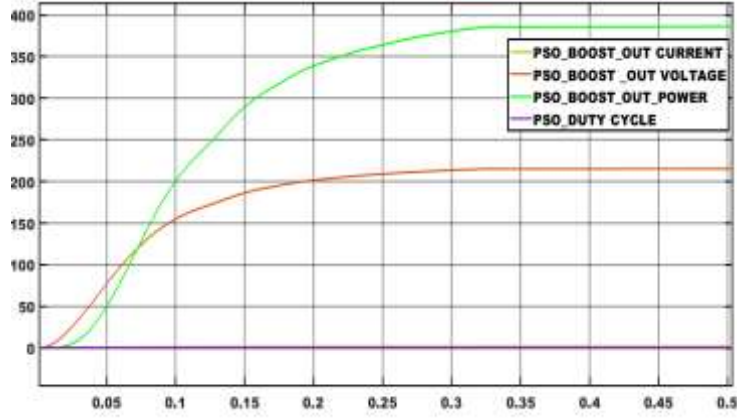
Birinci durum için 25°C sabit sıcaklıkta ve kısmi gölgeleme durumunda 3 farklı ışınım seviyeleri olarak 400 W/m² ,800 W/m² ,1000 W/m² değerleri uygulanmıştır. PSO algoritması maksimum güç noktasındaki değer 391,8 W kararlı durum süresi ise 0,328 . PSO algoritması için verim %95.49 , Durum-1 için Kısmi gölgeleme durumunda Şekil 9. (a) Akım, Gerilim (I-V) ve Şekil 9. (b) Güç, Gerilim (P-V) eğrileri gösterilmiştir. PSO algoritması için SİMULINK devre modeli çıktıları Şekil 10.(a) Güç, Gerilim (P-V), Akım grafiği gösterilmiştir.

Durum-2 :

İkinci durum için 25 °C sabit sıcaklıkta ve kısmi gölgeleme durumunda 3 farklı ışıyım seviyeleri olarak 400 W/m², 1000 W/m², 1000 W/m², değeri uygulanmıştır. PSO algoritması için maksimum güç noktasındaki değeri 470.6 W, kararlı durum süresi ise 0.346, Verimleri sırası ile PSO algoritması için verim %96.68, Kısmi gölgeleme koşulları altında Şekil-11 (a) Akım –Gerilim(I-V) ve Şekil 11.(b) Güç - Gerilim(P-V) eğrileri gösterilmiştir. PSO algoritması için SİMULİNK devre modeli çıktıları Şekil 12.(a) Güç, Gerilim, Akım, grafiği gösterilmiştir.



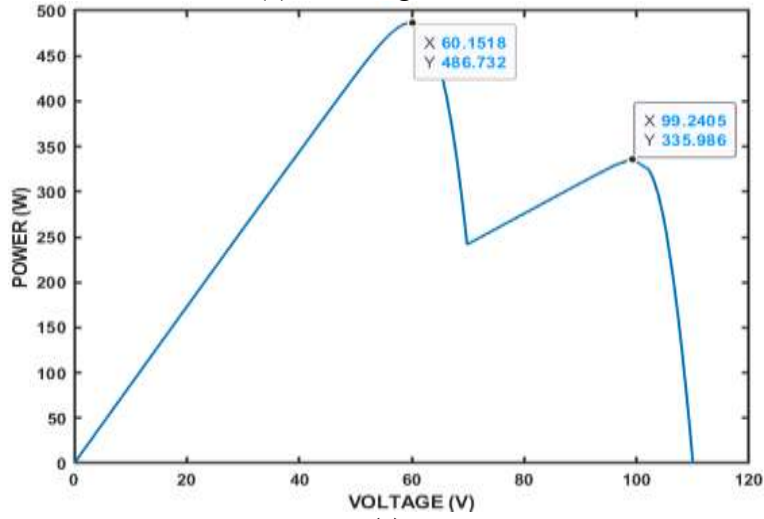
Şekil 9. Durum-1 için PSC altında (a) V-P eğrisi (b) V-I eğrisi



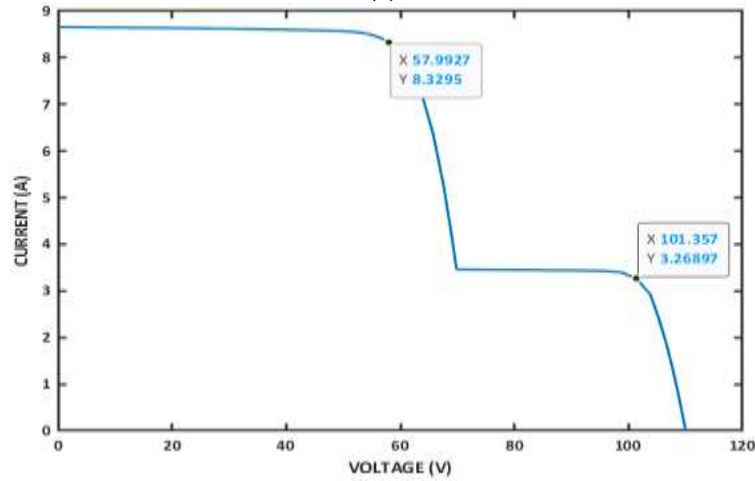
(a)

Şekil 10. Durum-1 da güç, gerilim, akım grafiği

(a) PSO algoritması

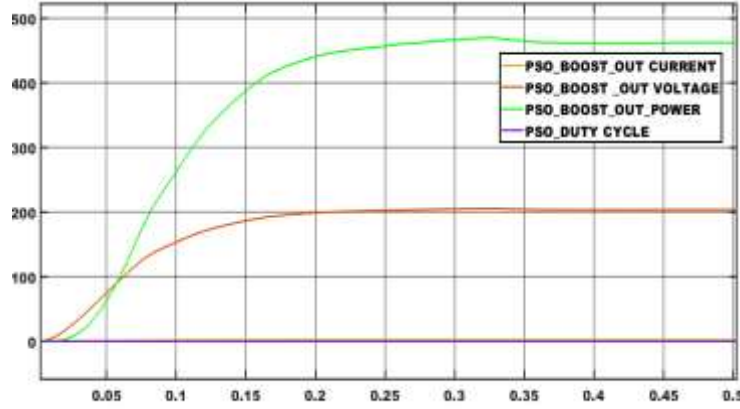


(a)



(b)

Şekil 11. Durum-2 PSC altında (a) V-P eğrisi (b) V-I eğrisi



(a)

Şekil 12.Durum-2 için PSC altında Güç, Gerilim, Akım

(a) PSO algoritmasına ait grafiği

Bu çalışmada PV panellerinin Sabit sıcaklıklarda, değişen iklim koşullarında yani kısmi gölgeleme koşulları altında PSO Matlab/simülink devre modelleri ile elde edilen sonuçları analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre PSO algoritmasının iki farklı durumda güç veriminin daha yüksek olduğu görülmüştür. PSO algoritmasının yakınsama hızının yavaş olması ve Sistem kararlılık yönünden incelendiğinde dört farklı durumda da PSO algoritmasının GMPP yi kararlı bir şekilde takip ettiğinden dolayı PSO algoritması bir yöntemdir. Değişen iklim koşullarında yani kısmi gölgeleme PSO yaklaşan kararlı duruma geçiş süresi olarak PSO algoritması için sırasıyla. .Durum-1 için PSO nun 0.328 sn ve Durum-2 için PSO nun 0.346 sn . PSO algoritmasının GMPP civarında salınımları bulunmamaktadır. Simülasyonlar sonucunda Kısmi gölgeleme koşulları altında PSO algoritmasının GMPP yi daha iyi takip ettiği ve daha kararlı bir yöntem olduğu görülmüştür. PSO GMPPyi izlemede daha sağlam, kararlı ve etkili olduğu sonucu elde edilmiştir. PSO algoritmasının iki farklı durum için 3 farklı ışınım seviyelerindeki ölçüm sonuçları Tablo 3 de verilmiştir.

TABLO 3

PSO ALGORİTMASININ FARKLI IŞINIMLARDA GÜÇ, VERİM VE SÜRE

Durum	Işınım (W/m2)	Sıcaklık	PSO		
			Güç(w)	Verim(%)	Süre(sn)
Durum-1	400, 800, 1000	25°C	391.8	95.39	0.328
Durum-2	400, 1000, 1000	25°C	470.6	96.68	0.346

4. Sonuç (conclusion)

PV sistemleri ile elektrik enerjisi elde edilmesinde en önemli sorun sistemin verimliliğinin düşük olmasıdır. Fotovoltaik panellerle elektrik enerjisi elde edilirken sistemdeki en büyük zorluk MPPT kontrol sistemlerinin maksimum güç noktalarını verimli ve kayıpsız bir şekilde takip edilememesidir. Maksimum noktanın takip edilebilmesi için çok çeşitli algoritmalar

geliştirilmiştir. Bu çalışmada kısmi gölgeleme koşulları altında (PSC) metasezgisel yöntem olan parçacık sürü (PSO) algoritmasının verim, sağlamlık, kararlılık ,hız, salınım, maliyet, karmaşıklık yönlerinden analizi yapılmıştır. Kısmi gölgeleme koşulları altında maksimum güç noktası olarak birden fazla maksimum noktaları oluşmaktadır. Birden fazla yerel maksimum güç noktaları ve bir adet küresel maksimum güç noktası oluşmaktadır. Kısmi gölgeleme koşullarında. Yine aynı koşullar altında PSO algoritması ile Matlab/simulink devre modeli ile oluşturulan MPPT takip sisteminde Küresel maksimumları takip edebilmektedir. Tablo.3 de elde edilen verilerde maksimum gücü durum-1 vedurum-2 de %95.39 ve %96.68 verimlilikle takip edebilmektedir. Bu verilerden de görüleceği üzere PSC altında PSO algoritmasının üstün olduğunu göstermektedir.PSO algoritmasında maksimum güç noktasında ise salınım oluşmamaktadır. Hızlı değişen çevre koşullarına göre PSO ya göre hızlı cevap verememektedir. PSO algoritması daha karmaşık bir yöntemdir.

KAYNAKLAR

- K. Sarah,(2020) “A Review of Solar Photovoltaic Technologies.” International Journal of Engineering Research and Technology. Vol. 9. Issue 7, pp. 741-749, 2020.
- Al-amin.O. Yakubu (, Ertuğrul ADIGÜZEL, Aysel ERSOY, Enhanced particle swarm optimization and P&O for MPPT of photovoltaic systems under partial shading conditions
- A. Altamimi and D. Jayaweera,(2017) "Reliability performances of gridintegrated PV systems with varying climatic conditions," IET International Conference on Resilience of Transmission and Distribution Networks (RTDN 2017), Birmingham, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1049/cp.2017.0336.
- R. Bruendlinger, B. Bletterie, et al., (2006)“Maximum power point tracking performance under partially shaded PV array conditions,” Proc. 21st EUPVSEC, Dresden, Germany, September 2006, pp. 2157-2160.
- H. Patel and V. Agarwal, “MATLAB-based modeling to study the effects of partial shading on PV array characteristics,” IEEE Trans. Energy Convers., vol. 23, no. 1
- A. soufyane Benyoucef, A. Chouder, K. Kara, S. Silvestre, and O. A. Sahed,(2015) “Artificial bee colony-based algorithm for maximum power point tracking (MPPT) for PV systems operating under partial shaded conditions,” Appl. Soft Comput. J., vol. 32, 2015
- A. A. Aminou Moussavou, A. Raji and M. Adonis,(2018) "Impact study of partial shading phenomenon on solar PV module performance," 2018 International Conference on the Industrial and Commercial Use of Energy (ICUE), Cape Town, South Africa, 2018, pp. 1-7.
- Bangyin, L., Shanxu, D. and Tao, C. (2009), ‘Photovoltaic DCbuilding-module based BIPV system-concept and design onsiderations,’ IEEE Transaction on Power Electronics., Vol. 26, No. 5, pp. 1418–1429
- Selvapriyanka. P, Vijayakumar. G, (2014) “Particle Swarm Optimization Based MPPT for PV System under Partial Shading Conditions”, International Conference on Engineering Technology and Science-(ICETS’14), Volume 3, Special Issue 1, January 2014.
- Alajmi, B.N., Ahmed, K.H., Finney, S.J. and Williams, B.M. (2011), ‘Fuzzy logic-control approach of a modified hill-climbing method for maximum power point in micro grid standalone photovoltaic system,’ IEEE Transaction on Power Electronics., Vol. 26, No. 4, pp. 1022–1030
- M. Veerachary, T. Senjyu, and K. Uezato, (2003)“Neural network-based maximum power point tracking of coupled-inductor interleaved boost converter supplied PV system using fuzzy controller,” IEEE Trans. on Industrial Electronics, vol. 50, no. 4, pp. 749-758, August 2003.
- S. Gupta, S. Bhardwaj, and P. K. Bhatia, (2011) “A reminiscent study of nature inspired computation,” Int. J. Adv. Eng. Technol. IJAET, vol. 1, no. 2, pp. 117-125, 2011

- H. Taheri, Z. Salam, K. Ishaque, and Syafaruddin,(2010) "A novel maximum power point tracking control of photovoltaic system under partial and rapidly fluctuating shadow conditions using differential evolution," in Proc. IEEE Symposium on Industrial Electronics & Application, 2010, pp. 82-87.
- Y. Ma, X. Zhou, Z. Gao, and T. Bai,(2017) "Summary of the novel MPPT (maximum power point tracking) algorithm based on few intelligent algorithms specialized on tracking the GMPP (global maximum power point) for photovoltaic systems under partially shaded conditions," in 2017 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA), 2017: IEEE, pp. 311-315.
- R. Nagarajan, R. Yuvaraj, V. Hemalatha, S. Logapriya, A. Mekala, and S. Priyanga, (2017)"Implementation of PV-based boost converter using PI controller with PSO algorithm," International Journal of Engineering And Computer Science (IJECS), vol. 6, no. 3, pp. 20479-20484, 2017.
- Md. Fahim Ansari, Padmanabh Thakur, Parvesh Saini, (2020) " Particle Swarm Optimization Technique for Photovoltaic System", International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-5, January 2020.
- Hejri M, Mokhtari H, Azizian MR, Söder L. (2016) An analytical-numerical approach for parameter determination of a five-parameter single-diode model of photovoltaic cells and modules. International Journal of Sustainable Energy. 2016; 35(4): 396–410.
- X. H. Nguyen and M. P. Nguyen, (2015)"Mathematical modeling of photovoltaic cell/module/arrays with tags in Matlab/Simulink," Environmental Systems Research, vol. 4, no. 1, pp. 1-13, 2015.
- U. Yilmaz, O. Tursoy, and A. Teke,(2019) "Improved MPPT method to increase accuracy and speed in photovoltaic systems under variable atmospheric conditions," International Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 113, pp. 634-651, 2019.
- V. Michal, D. Cottin, and P. Arno, (2016)"Boost DC-DC converter nonlinearity and RHP-zero: survey of the control-to-output transfer function linearization methods," Invited paper, in proc. of 21st IEEE int. conference Applied Electronics, ICAE21, Pilsen, Czech Republic, pp.1803-7232, 2016.
- G. Singh and S. Kundu, (2020)"An efficient DC-DC boost converter for thermoelectric energy harvesting," AEU-International Journal of Electronics and Communications, vol. 118, p. 153132,2020.
- Anoop, K. & Nandakumar, M. (2018). A novel maximum power point tracking method based on particle swarm optimization combined with one cycle control. International Conference on Power, Instrumentation, Control and Computing (PICC), Thrissur, 1-6.
- Azharuddin, M. (2012). Effects of shading on the power of photovoltaic arrays. Purdue University, Yüksek Lisans Tezi.
- Kandemir, E. (2020). Kısmi gölgelenme koşullarında maksimum güç noktasında çalışan enerji geri kazanımlı tek dönüştürücülü şebeke bağlantılı PV sistem tasarımı ve uygulaması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 1-2-10-47.
- Joshi, Arati, Afrah Khan, and S. P. Afra.(2019), Comparison of Half Cut Solar Cells with Standard Solar Cells, 2019 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET). IEEE, 2019.
- Safari, A. & Mekhilef, S. (2011). Simulation and hardware implementation of incremental conductance MPPT with direct control method using cuk converter. IEEE Trans. Ind. Electron, 1154–1161.
- Esrar, T. & Chapman, . (2007). Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking techniques. IEEE Transactions on Energy Conversion, 439–449.
- [P. S. Gavhane, S. Krishnamurthy, R. Dixit, J. P. Ram, and N. Rajasekar,(2017) "EL-PSO based MPPT for solar PV under partial shaded condition," Energy Procedia, vol. 117, pp. 1047-1053, 2017.
- M. Sarvi, S. Ahmadi, and S. Abdi, (2015)"A PSO-based maximum power point tracking for photovoltaic systems under environmental and partially shaded conditions," Progress in Photovoltaics: Research and Applications, vol. 23, no. 2, pp. 201-214, 2015.
- H. Rezk, A. Fathy, and A. Y. Abdelaziz, (2017)"A comparison of different global MPPT techniques based on meta-heuristic algorithms for photovoltaic system subjected to partial shading conditions," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 74, pp. 377-386, 2017



Hend Samir Saad, Mohamed S. M. ElKsas, Sabry F. Saraya and Mohamed M. Abdelsalam, (2021)
“An Improved Particle Swarm Optimization Algorithm for Maximum Power Point Tracking Of
Photovoltaic Cells in Normal and Under Partial Shading Conditions”, Mansoura Engineering Journal ,
(MEJ), Vol. 46, ISSUE 1, MARCH 2021

BETONARME DÖŞEMELERDE KESME DONATISININ PERFORMANSA ETKİSİ**Dr. Öğr. Üyesi Fırat KIPÇAK**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Van, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-3849-7545**ÖZET**

Betonarme döşemeler, yapı ağırlığının büyük bölümünü oluşturmaktadır. Bu bağlamda döşeme ağırlığı yapı performansını ve güvenliğini etkilemektedir. Döşeme ağırlığını azaltmak için düzenli ve sistematik boşluklar kullanılmaktadır. Boşluklar ile ağırlık azaltılırken kapasite kayıpları ve bazı yük düzensizlikler ortaya çıkmaktadır. Bunları telafi etmek için düşey doğrultuda konulmuş kesme donatıları belirli düzeyde çözüm olmaktadır. Literatürde bulunan çalışmalarda düzenli ve yeterli miktarda yerleştirilmiş kesme donatısının plak ve boşluklu döşemelerin hem kesme hem de eğilme kapasitesi belirgin iyileştirdiği görülmüştür. Literatürde kesme donatısının katkısını belirleme hakkında yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, literatürden elde edilen kesme donatılı döşemelerde yük kapasitelerinin değişimi incelenmiştir. Ayrıca kesme donatılı ve donatısız döşemelerde kırılma türleri ve etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Deneysel ve analitik çalışmaların gösterdiği uygun yerleşim düzenine göre kesme donatısının çapı, yerleşim düzeni ve aralığı karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak uygun kesme donatısı düzenlemeleri döşemelerde oluşan çatlakları sınırlayarak döşemenin güvenliğini sağladığı görülmüştür. Ayrıca kesme donatısının tasarım ve yerleşimi boşluklu döşemelerin geleneksel sistemlere göre daha verimli bir alternatif olarak kullanılabilmesine imkân tanıdığı görülmüştür. Özellikle beton kırılma türünü kontrol altına aldığı ve nispeten sünek kırılmayı sağladığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Döşeme, Kesme donatısı, Taşıma kapasitesi**THE EFFECT OF SHEAR REINFORCEMENT ON THE PERFORMANCE OF REINFORCED CONCRETE SLABS****ABSTRACT**

Reinforced concrete slabs account for a large portion of the structural weight. In this regard, the weight of the slab influences both the performance and safety of the structure. To reduce the slab weight, regularly arranged and systematic voids are introduced. Reducing slab weight can lead to a decrease in structural capacity and the emergence of some load irregularities. Vertically placed shear reinforcement provides a partial solution to these irregularities. Studies in the literature have shown that properly and adequately placed shear reinforcement significantly improves both the shear and flexural capacity of solid and voided slabs. It has been observed that studies investigating the contribution of shear reinforcement are limited in the literature. In this study, the variation of load capacities in shear-reinforced slabs reported in the

literature has been examined. In addition, the types of failure and their implications in slabs with and without shear reinforcement have been investigated. The diameter, arrangement, and spacing of shear reinforcement were compared according to the optimal configurations indicated by experimental and analytical studies. Ultimately, proper configurations of shear reinforcement were observed to control crack formation in slabs, thereby maintaining their structural safety. In addition, the configuration and arrangement of shear reinforcement have been shown to allow voided slabs to function as a more effective alternative to traditional slab systems. It was observed that the reinforcement effectively controlled the mode of concrete failure, leading to a relatively ductile failure response.

Keywords: Composite slab, Voided slab, Void ratio, Load capacity

1. GİRİŞ

Betonarme döşemeler, taşıyıcı sisteminde yatay yükleri düşey taşıyıcılara aktaran önemli elemanlardır. Yapı ağırlığının %40–60'ını döşemeler oluşturduğundan, döşemelerin ağırlığının azaltılması hem deprem yüklerini düşürmekte hem de ekonomik avantaj sağlamaktadır (Yardim, 2008). Bununla birlikte ağırlığın azaltılması sırasında kesme dayanımı ve sünekliğin korunması sorunları ortaya çıkmaktadır. Betonarme plak ve özellikle boşluklu döşemelerde bu amaçla kullanılan düşey kesme donatıları döşemenin hem kesme hem de eğilme davranışını iyileştirmektedir. Çoğunlukla orta katmana konulan boşlukların çevresi kesme donatısı ile sabitlenmektedir. Bu durumda kesme donatıları alt ve üst katman arasındaki beton katmanlarını birbirine bağlamakta ve çatlak ilerlemesini sınırlamaktadır. Kesme donatılarının temel amacı yalnızca kesme kuvvetlerini taşımak değil, aynı zamanda eğilme altında oluşan büyük şekil değiştirmeler sırasında alt ve üst donatı katmanını birbirine bağlayarak bütüncül davranışı sağlamaktır (Army et al., 2008; Woodson, 1992). Özellikle yüksek kesme şekil değiştirmesi bölgelerinde (mesnetlere yakın bölgelerde) kesme donatısı eksikliği ani ve gevrek kesme kırılmalarına yol açmaktadır. Kesme donatısında uygun aralık, çap ve eğimle düzenlenen donatılar sünekliği belirgin biçimde artırdığı görülmüştür (Allawi & Jabir, 2016). Laced reinforced concrete (LRC) sistemlerinde 45° veya 60° eğimli donatılardan oluşan sürekli çapraz elemanlar betonun sargılanma kabiliyetini geliştirerek basınç bölgesinde dayanımını arttırdığı ve çekme bölgesinde gerilme aktarımını iyileştir farklı çalışmalarda bulunmuştur (Anandavalli & al., 2012; Parameswaran & al., 1986). Bu çalışmada literatürdeki deneysel ve analitik bilgiler dikkate alınarak döşemelerde kullanılan kesme donatılarının kırılma davranışına ve kapasitelere etkisi incelenmiştir. Farklı şekillerde bulunan donatılar karşılaştırılmıştır. Ayrıca kesme

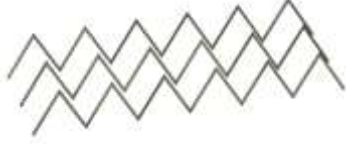
donatılarının yerleşim düzeni tartışılarak gelecek çalışmalara yön vermesi için performansları değerlendirilmiştir.

2. KESME DONATI TÜRLERİ VE DÖŞEMELERDE ETKİSİ

Kıpçak ve diğ. tarafından yapılan çalışmada, orta kısımda boşluk bulunan üç katmanlı boşluklu döşemelerde üst ve alt tabakalar arasında S-şekilli çiroz donatı elemanları kullanılmıştır. Bu elemanlar, boşluklu plakların ağırlığı azalırken moment kapasitesinde belirgin bir düşüşe neden olmadan yük taşıma davranışını iyileştirmiştir (Kıpçak et al., 2023). Çekme ve basınç bölgeleri arasında yük aktarımı kesme donatıları ile sağlanarak gerilme yığılmaları azaltılmış, çatlak dağılımını bir alana yığmaktan ziyade geniş alana dağıtarak yükün mesnetlere iletilmesini bir miktar sağlamıştır. Kesme donatı oranının sabit tutulduğu modellerde, boşluk oranı arttıkça betonun kesme alanı azalmış olsa da donatılar arası sargılama sayesinde dayanım kaybı sınırlı kalmıştır. Bu durum, kesme donatısının ağırlık azaltımını bir miktar telafi edici etkisini göstermiştir. Allawi ve Jabir tek yönlü yerleştirilmiş sabit yük altında çapraz donatı içeren döşemeler hakkında yapılan deneysel çalışmada çapraz donatı oranının %0.0025–0.0065 aralığında artırılmasıyla taşıma kapasitesinde %56’ya, süneklikte ise %90’a çıkan kapasite artışları elde edilmiştir (Allawi & Jabir, 2016). Çapraz donatıların bir miktar yük alması sayesinde çekme donatılarının akma bölgesinde kalmasını sağlamıştır. Bu sayede beton ezilme öncesi yük aktarımını sürdürdüğü dolayısıyla hem deformasyon hem de nihai yük kapasitesini belirli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Donatı aralığı küçüldükçe donatı miktarı arttığı ve bu sayede kesme çatlaklarının daha düşük miktarda kaldığı Allawi ve Jabir çalışmasında görülmüştür. Kesme donatılarının etkinliği donatı oranı, çapı, aralığı, yerleşim yüksekliği ve şekli gibi parametrelere bağlıdır. Çapraz veya S-şekilli donatılar, doğrusal zımbalama donatılarına kıyasla daha iyi aderans sağladığı görülmüştür. Ayrıca, donatının yerleşim konumu da önemlidir. Orta katmanda veya boşluk çevresinde düzenlenen bağlantılar kesme akışının sürekliliğini koruyarak ani dayanım kayıplarını önlediği görülmüştür (Kıpçak et al., 2023).

Tablo 1. Kesme donatılı döşemelerin yük kapasitelerinin değerlendirilmesi

Referanslar	Model adı	Kesme donatı çizimi	Döşeme kalınlığı (mm)	Boşluk oranı (%)	Kesme donatı oranı (m ²)	Kesme donatılı döşemenin yük kapasitesinin, kesme donatısız döşemeye oranı
(Kıpçak et al., 2023)	S-C-0		150	0	0.0034	1.13
	S-C-20		150	20	0.0034	1.18
	SS45/25		135	0	0.0025	1.22

(Allawi & SS45/65 Jabir, 2016)		135	0	0.0065	1.56
(Al-Gasham V0.8 et al., 2019) V1.2		90 90	0 0	0.008 0.012	1.17 1.28
(Khouzani V-BVS- et al., 2019) 1		200	0.675	0.0167	Kesme yükü 249 kN, Eğilme yükü 135 kNm

3. SONUÇLAR

Sonuç olarak, döşemelerde kullanılan kesme donatısı, hem kesme hem de eğilme kapasitesini artırdığı belirlenmiştir. Uygun oran ve düzenlemeyle kullanılan çapraz veya düşey donatıların çatlak kontrolünü sağladığı ve boşluklu döşemelerde ağırlık azalırken yük kapasitelerini nispeten koruduğu sonucu çıkarılmıştır. Bu nedenle, modern hafif döşeme sistemlerinde kesme donatı düzeni yapısal verimlilik ve yük performansı açısından önemli bir etkiye sahiptir. Kesme donatısı çatlak oluşumunu geciktiren ve yapısal sünekliği artıran önemli bir bileşendir. Özellikle boşluklu döşemelerde, kesme dayanımında oluşan kaybı bir miktar telafi etmektedir. Bu bağlamda alt ve üst katmanlar ile donatıları bağlayarak yük aktarımını arttırmakta ve döşemenin nispeten yük kapasitesini arttırmaktadır. Kesme donatısı sayesinde kesme kırılmalarının sınırlandığı ve gevrek kırılmaların belirli düzeyde önlendiği belirlenmiştir. Kesme donatısının çapı, aralığı, eğimi ve yerleşim yüksekliği, hem kesme yönünü belirleyecek em de donatı yığılmasını önleyecek şekilde optimize edilmesi gerektiği görülmüştür. Son olarak özellikle boşluklu döşemelerde kesme donatılarının kullanılması güvenliği arttıracığından gelecek uygulamalarda kullanılması önerilmektedir.

4. KAYNAKLAR

- Al-Gasham, T. S., Hilo, A. N. & Alawsi, M. A. (2019). Structural behavior of reinforced concrete one-way slabs voided by polystyrene balls. *Case Studies in Construction Materials*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00292>
- Allawi, A. A. & Jabir, H. A. (2016). Experimental Behavior of Laced Reinforced Concrete One Way Slab under Static Load. *Journal of Engineering*, 22(5). <https://doi.org/10.31026/j.eng.2016.05.04>
- Anandavalli, N. & al., et. (2012). Simplified Approach for Finite Element Analysis of Laced Reinforced Concrete Beams. *ACI Structural Journal*, 109(1), 91–100.
- Army, U. S. D. of the, Navy, U. S. D. of the & Force, U. S. D. of the A. (2008). *UFC 3-340-02: Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions*. Unified Facilities Criteria (UFC).



- Khouzani, M. A., Zeynalian, M., Hashemi, M., Mostofinejad, D. & Farahbod, F. (2019). Investigation of flexural and shear behaviors of biaxial voided slabs containing steel cages. *Structural Concrete*, 21(1). <https://doi.org/10.1002/suco.201900129>
- Kıpçak, F., Erdil, B., Tapan, M. & Karaşin, A. (2023). The Effect of Voids on Flexural Capacity of Reinforced Concrete Slabs. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 67(4). <https://doi.org/10.3311/PPci.21988>
- Parameswaran, V. S. & al., et. (1986). *Application of Laced Reinforced Concrete Construction Techniques to Blast Resistant Structures*. CSIR-SERC.
- Woodson, S. C. (1992). *Lacing Versus Stirrups: An Experimental Study of Shear Reinforcement in Blast Resistant Structures*. U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.
- Yardim, Y. (2008). *Development of Lightweight Composite Slab System for Residential Building*. University Putra Malaysia.

BİYO-KALSIYUM İÇERİKLİ MİDYE KABUĞU VE TÜREVİ KÜLLERİN ÇİMENTO ESASLI KOMPOZİTLERDE KULLANIMI: MEKANİK PERFORMANS, MİKROYAPISAL YOĞUNLAŞMA VE PUZOLANİK REAKTİVİTE

Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesi/İnşaat Mühendisliği
Bölümü, İskenderun, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-6268-4909

Prof. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN

İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği
Bölümü, İskenderun, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-2510-3714

Doç. Dr. Kerim Emre ÖKSÜZ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi/Metalurji Ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,
Sivas, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7424-5930

Zişan KOÇ

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesi/İnşaat Mühendisliği
Bölümü, İskenderun, Türkiye

ORCID ID: 0009-0002-6276-5431

Özet

Çimento endüstrisi, yüksek enerji tüketimi ve CO₂ salınımı nedeniyle küresel ölçekte çevresel baskının en yoğun hissedildiği sektörlerden biridir. Bu bağlamda, sürdürülebilir ve düşük karbonlu yapı malzemelerinin geliştirilmesi için alternatif mineral katkıların kullanımı son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Midye kabukları, içeriklerinin büyük bölümünü oluşturan kalsiyum karbonat (CaCO₃) sayesinde, çimento esaslı kompozitlerde hem öğütülmüş toz hem de kalsine edilmiş kül formunda değerlendirilebilecek biyogenik kaynaklar arasında öne çıkmaktadır. Literatürde deniz kökenli kabukların çimento sistemlerinde kullanımına ilişkin çok sayıda çalışma bulunmakta, bu araştırmalar özellikle düşük ve orta ikame oranlarında işlenebilirlik ve mekanik dayanım üzerinde olumlu etkiler gözlemlendiğini, yüksek oranlarda ise kıvam kayıpları ve dayanım düşüşleri yaşandığını göstermektedir. Ayrıca bazı çalışmalar, kalsinasyon sıcaklığının (800–1000 °C) CaCO₃'ün CaO'ya dönüşümünü hızlandırarak puzolanik aktiviteyi artırdığını, bu durumun da erken dayanım gelişimini desteklediğini ortaya koymuştur. Tatlı su kökenli kabukların, özellikle istilacı türler olan zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) ve *Unio* türlerinin, yapı malzemelerinde katkı olarak kullanımı ise henüz sınırlı sayıda çalışmayla temsil edilmektedir. Bu türlerin yüksek saflıktaki aragonit ve kalsit oranları, düşük ağır metal içeriği ve ince öğütüldüğünde gösterdikleri yüksek spesifik yüzey alanı nedeniyle, endüstriyel kireç taşına kıyasla daha çevreci ve yenilenebilir bir alternatif oluşturma potansiyeli bulunmaktadır. Bu derleme, midye kabuğu ve külünün çimento bazlı kompozitlerde kullanımıyla ilgili mevcut bilgileri bir araya getirerek, katkı oranı, tane boyutu, mineralojik yapı ve ısıtılma koşullarının malzeme performansına etkilerini tartışmakta; aynı zamanda biyogenik

atıkların döngüsel ekonomi perspektifinde yapı sektörüne kazandırılmasının potansiyelini vurgulamaktadır. Sonuç olarak, çalışma hem akademik araştırmalara yön verebilecek bütüncül bir değerlendirme sunmakta hem de sürdürülebilir inşaat malzemeleri geliştirme stratejilerine bilimsel temel sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Midye kabuğu, Çimento kompozitleri, Kalsiyum karbonat, Kül, Biyomalzeme, Sürdürülebilirlik, Döngüsel ekonomi

USE OF BIO-CALCIUM-CONTAINING MUSSEL SHELLS AND ASHES IN CEMENT-BASED COMPOSITES: MECHANICAL PERFORMANCE, MICROSTRUCTURAL DENSIFICATION AND POZZOLANIC REACTIVITY
Abstract

The cement industry represents one of the most energy-intensive and carbon-emitting sectors globally, exerting substantial environmental pressure on a planetary scale. In this regard, the development of sustainable and low-carbon construction materials through the incorporation of alternative mineral additives has become a critical research priority. Mussel shells, composed predominantly of calcium carbonate (CaCO_3), have emerged as promising biogenic resources that can be valorized in cementitious composites both as finely ground powders and as calcined ashes. A growing body of literature has explored the incorporation of marine-derived shells into cement systems, demonstrating that low to moderate substitution ratios generally enhance workability, hydration activity, and mechanical strength, whereas higher replacement levels tend to induce loss of consistency and compressive strength decline. Furthermore, several studies indicate that calcination within the 800–1000 °C range accelerates the thermal decomposition of CaCO_3 to CaO , thereby improving pozzolanic reactivity and promoting early-age strength development. In contrast, the utilization of freshwater shells—particularly from invasive species such as the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) and *Unio* spp.—in cementitious materials remains scarcely investigated. These shells exhibit high-purity aragonite-calcite phases, low trace-metal concentrations, and high specific surface areas upon fine grinding, offering a renewable and environmentally benign alternative to industrial limestone. This review synthesizes the current state of knowledge regarding the incorporation of mussel shell-derived powders and ashes into cement-based composites, elucidating the influence of replacement ratio, particle fineness, mineralogical composition, and thermal treatment conditions on the resultant material performance. Moreover, it underscores the potential contribution of biogenic waste valorization to circular-economy strategies within the construction sector. Collectively, this study provides an integrative framework intended to

inform future academic research and to strengthen the scientific foundation for the design of next-generation sustainable cementitious materials.

Keywords: Mussel shell, Cement composites, Calcium carbonate, Biomaterial, Circular economy

1.Giriş

Çimento üretimi, küresel ölçekte enerji yoğun bir süreç olup, kireç taşının kalsinasyonu ve yüksek sıcaklıkta klinker üretimi sırasında büyük miktarda CO₂ salınımına yol açmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir ve düşük karbonlu yapı malzemelerinin geliştirilmesi, günümüzde hem akademik araştırmaların hem de inşaat sektörünün öncelikli hedefleri arasında yer almaktadır (International Energy Agency [IEA], 2023a, 2023b). Bu amaçla, klinker oranını azaltarak çimento üretiminden kaynaklanan emisyonların düşürülmesini sağlayacak alternatif mineral katkıları üzerine yoğunlaşılmaktadır. Geleneksel katkıları arasında uçucu kül, yüksek fırın cürufu ve doğal puzolanlar öne çıkmakla birlikte, biyogenik kalsiyum karbonat (CaCO₃) kaynaklarının da çimento sistemlerinde değerlendirilebileceğine dair çalışmalar artmaktadır (Azarian vd., 2022). Midye kabukları, yüksek kalsiyum karbonat içerikleri (%90'ın üzerinde CaCO₃) nedeniyle potansiyel bir biyogenik katkı malzemesi olarak dikkat çekmektedir. Öğütülmüş toz formunda çimento matrisinde **dolgu ve çekirdeklenme etkisi** oluşturarak hidrasyon süreçlerini etkileyebilirken, kalsine edilerek kül formuna dönüştürüldüğünde puzolanik aktivite kazanabilmektedir (Lertwattanaruk vd., 2012; Tayeh vd., 2020). Deniz kökenli midye kabukları üzerinde yapılan çalışmalarda düşük ve orta ikame oranlarında (%3–%10) işlenebilirliğin korunduğu veya iyileştiği, basınç ve eğilme dayanımlarının bazı durumlarda artış gösterdiği; yüksek ikame oranlarında (%12–%20) ise dayanım kayıpları ve kıvam sorunlarının ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Hadjadj vd., 2024; Zhu vd., 2024). Tatlı su midye kabukları ise literatürde çok daha az incelenmiştir. Özellikle zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) ve *Unio* türleri, ekosistemlerde istilacı özellikleriyle öne çıkmakta ve kontrolsüz çoğalmaları ciddi ekolojik sorunlara yol açmaktadır. Bu türlerin kabuklarının çimento sektöründe değerlendirilmesi, hem biyokütle fazlalığının ekonomik olarak değerlendirilmesi hem de döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanması açısından önem taşımaktadır (Immel vd., 2016). Ayrıca mineralojik açıdan zebra midyesi kabuklarının büyük ölçüde aragonit formunda olduğu, *Unio* türlerinde ise aragonit ve kalsit birlikteliğinin bulunduğu bildirilmiştir (Al-Jaberi vd., 2023; Piwoni-Piórewicz vd., 2021). Bu mineralojik farklılıklar, öğütülmüş toz ve kül formundaki malzemelerin çimento matrisinde gösterdiği davranışların da değişmesine yol açmaktadır. Sonuç olarak, midye kabuğu ve külünün çimento

bazlı kompozitlerde kullanımına yönelik çalışmalar, biyogenik atıkların yüksek değerli ürünlere dönüştürülmesi, çimento endüstrisinin karbon ayak izinin azaltılması ve yerel kaynakların inşaat sektöründe değerlendirilmesi açısından önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Bu derlemenin amacı, midye kabuğu ve külünün çimento bazlı kompozitlerde kullanımına ilişkin mevcut literatürü inceleyerek katkı oranı, tane boyutu, mineralojik yapı ve ısıtma işlem koşullarının malzeme performansına etkilerini kapsamlı biçimde tartışmaktır.

2. Midye Kabuğunun Kimyasal ve Mineralojik Özellikleri

Midye kabukları, büyük oranda **kalsiyum karbonat (CaCO_3)** içermeleri nedeniyle çimento esaslı kompozitlerde potansiyel bir mineral katkı kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Genel olarak kabuk yapısı, **organik matriks** (proteinler, polisakkaritler) ile **inorganik mineral fazların** birleşiminden oluşur. Mineral faz, toplam kabuk ağırlığının %95–99'unu oluştururken, organik bileşenler genellikle %1–5 oranında bulunur (Addadi & Weiner, 1997). Midye kabuklarının inorganik bileşimi esas olarak **aragonit** ve **kalsit** gibi CaCO_3 polimorflerinden oluşmaktadır. Bu iki kristal yapı, farklı fiziksel ve kimyasal özellikler sergiler. **Kalsit**, daha termodinamik olarak kararlı bir polimorf iken, **aragonit** yüksek basınç ve biyolojik koşullar altında stabilize olmaktadır. Kabuklarda bu iki polimorfun oranı, türlere ve çevresel koşullara bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Piwoni-Piórewicz vd., 2021). İstilacı zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) üzerine yapılan mineralojik analizler, kabuğun neredeyse tamamen aragonitik yapıda olduğunu ortaya koymuştur (Immel vd., 2016). Bu durum, zebra midyesi kabuklarının öğütülerek toz formuna dönüştürüldüğünde daha yüksek çözünürlük ve reaktivite potansiyeli sergilemesine yol açmaktadır. Buna karşılık, **Unio** türlerinin kabuklarında hem aragonit hem de kalsit fazlarının bir arada bulunduğu bildirilmiştir (Al-Jaberi vd., 2023). Bu mineralojik farklılık, çimento sistemlerinde kullanıldığında **hidratasyon dinamiklerini**, **priz sürelerini** ve **mekanik performansı** doğrudan etkileyebilecek bir faktördür. Ayrıca, kabukların **iz element içerikleri** (örneğin Sr, Mg, Na) de kristal yapının özelliklerini değiştirebilmekte ve çimento hidratasyonu sırasında farklı etkileşimler doğurabilmektedir (Piwoni-Piórewicz vd., 2021). Özellikle Sr ve Mg gibi elementlerin aragonit/kalsit oranını etkileyerek kabuğun çözünürlük davranışını belirlediği rapor edilmiştir.

Sonuç olarak, midye kabuklarının yüksek CaCO_3 içeriği ve mineralojik yapıları, onları çimento bazlı kompozitlerde hem dolgu malzemesi hem de kalsinasyon sonrası puzolanik katkı olarak kullanılabilir hale getirmektedir. Aragonitçe zengin zebra midyesi kabukları daha reaktif, kalsit–aragonit karışımı barındıran *Unio* türleri ise daha dengeli özellikler göstermektedir. Bu

çeşitlilik, tatlı su ve deniz kökenli kabukların kullanımında performans farklılıklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

3. Zebra Midyesi (*Dreissena polymorpha*) ve Unio (*Unio terminalis*) Türlerinin Özellikleri

Zebra Midyesi (*Dreissena polymorpha*)

Zebra midyesi, Ponto-Kaspiy kökenli, tatlı sularda hızla yayılan ve ekosistemler üzerinde önemli etkiler oluşturan istilacı bir çift kabuklu türdür (Karatayev vd., 2007). Küçük boyutları (genellikle 2–4 cm) ve hızlı üreme kapasiteleri sayesinde yoğun popülasyonlar oluşturur. Ekolojik açıdan, filtre beslenici olması nedeniyle sudaki askıdaki partikülleri ve planktonu tüketerek **ekosistem mühendisliği** rolü üstlenir (Strayer, 2009). Ancak, yerli türlerle rekabet, biyofilm oluşumu ve su giriş–çıkış sistemlerinde biyofouling sorunlarına yol açması nedeniyle hem ekonomik hem de ekolojik açıdan ciddi tehdit oluşturur (Nalepa & Schloesser, 2013). Mineralojik açıdan zebra midyesi kabukları büyük ölçüde **aragonitik** yapıdadır ve CaCO_3 oranı %95'in üzerindedir (Immel vd., 2016). Bu özellikleri, kabukların öğütülerek toz formunda veya kalsine edilerek kül formunda çimento kompozitlerinde kullanılmasına uygun bir biyojenik kaynak olmasını sağlamaktadır.

Unio terminalis

Unio cinsine ait tatlı su midyeleri (*Unio terminalis*), Unionidae familyasının üyeleri olup Avrupa ve Anadolu tatlı sularında yaygın olarak bulunurlar. *Unio* türleri genellikle daha iri kabuklara (5–10 cm) sahiptir ve zebra midyesine kıyasla daha uzun ömürlüdür (Graf & Cummings, 2007). Ekolojik olarak, habitatın sediman yapısını stabilize eder, bentik biyoçeşitliliği destekler ve uzun ömürlü olmaları nedeniyle çevresel değişimlere karşı **biyogösterge** türler olarak kullanılır (Bogan, 2008). Mineralojik olarak *Unio* türlerinin kabuklarında hem **aragonit** hem de **kalsit** fazları birlikte bulunur. Bu mineralojik çeşitlilik, kabukların öğütülmesi veya kalsine edilmesi sonucunda çimento sistemlerinde farklı reaktivite ve performans özellikleri sergilemesine yol açabilir (Al-Jaberi vd., 2023; Piwoni-Piórewicz vd., 2021).

4. Midye Kabuğu Tozu Kullanımının Çimento Reolojisine Etkileri

Reolojik Etkiler (Kıvam, Priz Süreleri, Yayılma)

Çimento sistemlerinde taze hal özellikleri, yani **kıvam**, **priz süreleri** ve **yayılma** davranışı, işlenebilirlik açısından kritik parametrelerdir. Midye kabuğu tozu (MKT), yüksek kalsiyum karbonat (CaCO_3) içeriği nedeniyle çimento hamurunda hem **dolgu etkisi** hem de **çekirdeklenme etkisi** göstererek bu parametreleri doğrudan etkileyebilmektedir (Azarian vd., 2022).

Kıvam (Normal Konsistens):

Midye kabuğu tozu, genellikle çimento matrisinde daha ince partikül yapısıyla su ihtiyacını etkiler. Lertwattanaruk, Makul ve Siripattaraprat (2012) tarafından yapılan çalışmada, öğütülmüş deniz kabuklarının düşük oranlı ikamelerde (%5–%10) kıvam değerlerinde belirgin artışa yol açmadığı, ancak daha yüksek oranlarda (%15 ve üzeri) normal kıvam için gerekli su miktarını artırdığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde Tayeh vd. (2020), kireçtaşı unu ile benzer etki gösteren kabuk tozlarının kıvamı doza bağlı olarak artırdığını bildirmiştir.

Priz Süreleri:

Priz davranışı, katkının tane boyutu ve mineralojik yapısına bağlıdır. Midye kabuğu tozunun çimento hamurlarında genellikle **priz başlangıç süresini kısaltabildiği** veya sınırlı değişikliklere yol açtığı gözlenmiştir (Hadjadj vd., 2024). Bunun nedeni, ince CaCO_3 partiküllerinin hidrasyon çekirdeklenmesini hızlandırmasıdır. Ancak bazı çalışmalarda, özellikle daha iri taneli tozlarda, priz süresinde hafif uzamalar da rapor edilmiştir (Zhu vd., 2024). Bu durum, farklı öğütme inceliklerinin ve mineralojik çeşitliliğin (aragonit/kalsit oranları) priz üzerinde farklı etkiler yarattığını göstermektedir.

Yayılma (İşlenebilirlik):

Sarsma tablası ile belirlenen yayılma çapı deneylerinde, düşük ve orta oranlı midye kabuğu tozu katkıları (%3–%9) genellikle işlenebilirliği korurken, yüksek oranlarda (%12 ve üzeri) akışkanlıkta düşüşler gözlenmiştir (Tayeh vd., 2020). Örneğin Lertwattanaruk vd. (2012), %5–%10 kabuk tozu ilavesinde yayılma çapının kontrol numunesine yakın olduğunu, ancak %20 oranında işlenebilirlikte ciddi azalmalar görüldüğünü belirtmiştir.

5. Çimento Bazlı Kompozitlerde Midye Kabuğu ve Külünün Kullanımı**Mekanik Performansa Etkiler**

Çimento bazlı kompozitlerin mekanik performansı, özellikle **basınç dayanımı**, **eğilme dayanımı** ve **elastisite modülü** parametreleri üzerinden değerlendirilmektedir. Midye kabuğu tozu (MKT) ve kalsine edilmesiyle elde edilen midye kabuğu külü (MKK), içerdiği yüksek kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve kalsinasyon sonrası oluşan kalsiyum oksit (CaO) fazı sayesinde bağlayıcı sistemlerde mineral katkı olarak kullanılabilir. Bu katkıların etkisi, **oran** (%ikame miktarı), **tane boyutu (özgül yüzey)** ve **mineralojik bileşim** gibi parametrelere bağlı olarak farklılık göstermektedir (Tayeh vd., 2019; Zhu vd., 2024).

Basınç Dayanımı:

Düşük ve orta düzey katkı oranlarında (%3–%9) midye kabuğu külü/tozunun çimento esaslı kompozitlerin basınç dayanımı üzerinde genellikle kontrol numunesine yakın veya kısmi

iyileşmeler sağladığı rapor edilmektedir. Nitekim Lertwattanaruk, Makul ve Siripattaraprat (2012), %5–%10 ikame oranlarında elde edilen dayanımların kontrol karışımlarıyla benzer olduğunu, ancak %20 düzeyinde yaklaşık %15–20 oranında düşüş gözlemlendiğini belirtmiştir. Bu durum, düşük oranlarda katkının **mikro-filler etkisi** ile hidrasyon ürünlerinin yoğunlaşmasına ve matrisin kompaktlığının artmasına bağlanmaktadır. Tayeh ve arkadaşları (2020), bu etkiyi doğrulamış; düşük ikame oranlarında mikro yapısal sıkışmanın dayanımı desteklediğini, yüksek oranlarda ise bağlayıcı miktarındaki azalmanın performans kayıplarına yol açtığını göstermiştir. Daha güncel bulgular da bu eğilimi teyit etmektedir: Hadjadj vd. (2024), %6–%9 aralığında optimum mekanik performans elde edildiğini, ancak $\geq$ %12 katkılarda basınç dayanımındaki azalmaların belirginleştiğini rapor etmiştir.

Eğilme Dayanımı:

Eğilme dayanımı, basınç dayanımına kıyasla midye kabuğu külü/tozu katkı oranlarına daha duyarlı bulunmuştur. Hadjadj ve arkadaşları (2024), %10’a kadar olan ikame oranlarında eğilme dayanımında belirgin bir değişim gözlenmediğini, ancak %15 seviyesinde dayanım kayıplarının başladığını rapor etmiştir. Benzer şekilde Zhu ve arkadaşları (2024), %12–15’in üzerindeki katkılarda çatlak ilerleme hızının arttığını ve matrisin daha kırılğan bir davranış sergilediğini ortaya koymuştur. Literatürdeki derleme çalışmalarında ise düşük katkı oranlarında (%5–10) eğilme dayanımında sınırlı artışlar rapor edilmiş; bu durum, MKK’nin dolgu ve çekirdeklenme etkisiyle matrisin mikro yapısını yoğunlaştırmasına bağlanmıştır. Ancak yüksek oranlarda bağlayıcı fazın seyrelmesi ve yapısal bütünlüğün zayıflaması nedeniyle dayanım kayıplarının kaçınılmaz olduğu vurgulanmaktadır (Zhu vd., 2024).

Dayanım Gelişimi (Zamanla):

Erken yaşlarda (7 gün) midye kabuğu tozu (MKT) ve midye kabuğu külünün (MKK) düşük pozolanik reaktivitesi nedeniyle genellikle mekanik performans üzerinde olumsuz etkiler rapor edilmiştir. Bununla birlikte orta ve ileri yaşlarda (28–90 gün) özellikle %6–%9 ikame oranlarında dayanımın toparlandığı ve kontrol numunesine yaklaştığı görülmektedir (Azarian vd., 2022). Bu eğilim, katkının etki mekanizması ile ilişkilendirilmektedir: erken kür sürelerinde daha çok **dolgu etkisi** ön planda iken, ilerleyen yaşlarda sistemde açığa çıkan Ca(OH)_2 ’nin pozolanik reaksiyonlara girmesi sonucu ikincil hidrasyon ürünlerinin (C–S–H ve karboalüminat fazları) oluşumu artmakta; bu da matrisin yoğunlaşmasına, gözenekliliğin azalmasına ve dayanımın iyileşmesine katkıda bulunmaktadır.

Mikroyapı ve Dayanıklılık Bağlantısı

Ultrasonik ses hızı ve Schmidt çekici deneyleri, düşük oranlı midye kabuğu tozu katkılarının mikro yapıyı yoğunlaştırarak malzemenin kompaktlığını artırabileceğini göstermektedir (Tayeh vd., 2020). Bu sonuç, mekanik performansın yalnızca dayanım testleriyle değil, aynı zamanda mikroyapı analizleriyle de doğrulandığını ortaya koymaktadır.

Puzolanik reaktivite

Midye kabuğu külü (MKK), kabuğun kalsinasyonu sonucu başat olarak **CaO** içeren bir faza dönüşür; suyla temas ettiğinde **Ca(OH)₂** oluşturarak sistemin alkalinitesini yükseltir ve bu açıdan “klasik” puzolanik malzemeler (uçucu kül, cüruf, metakaolin) gibi **silis/alümina zengin fazlarla ikincil C–S–H/C–A–S–H** oluşumunu tetikleyen **kimyasal-aktivasyon kaynağı** rolü üstlenir. Nitekim yakın tarihli bir çalışma, **kabuk tozunun uçucu küllü sistemlerde** hidrasyon ürünlerini değiştirdiğini; kabuk kökenli **Ca(OH)₂** ile uçucu külün reaksiyonları sonucunda **ek C–S–H oluşumu** ve gözeneklilik iyileşmesi sayesinde dayanım/durabilite kazanımları elde edilebildiğini rapor etmektedir (mekanizma: kabuk → CaO → Ca(OH)₂; sinerji: FA/GGBS ile tüketim) (Gu ve ark., 2024). Bu bulgular, MKK’nin tek başına “puzolanik” olmaktan ziyade, **puzolanik reaksiyonları besleyen kalsiyum kaynağı** olarak davrandığını göstermektedir.

Kalsinasyon sıcaklığı ve parçacık boyutu, **reaktif CaO oranını** ve dolayısıyla etkinliği belirler: yeterli sıcaklık/sürelerde (CaCO₃→CaO) kalsinasyon, hidrate olduğunda daha fazla Ca(OH)₂ üretir; bu da **puzolanik tüketim kapasitesini** artırır. Öte yandan aşırı yüksek sıcaklıklarda sinterleşme, özgül yüzeyi düşürerek reaktiviteyi sınırlayabilir; çok iri tanelilik ise erken yaş katkısını zayıflatır (Zhu ve ark., 2024). Bu nedenle literatür, **orta ikame oranlarında** (yaklaşık %5–10) kül katkısının erken yaşta sınırlı, 28–90 günde ise belirginleşen kazanımlar verdiğini; **yüksek ikamelerde** (≥%12–15) bağlayıcı oranının düşmesi ve reaktif kalsiyumun dengesizliği nedeniyle performans kayıplarının görülebildiğini belirtir.

DeneySEL çalışmalar, **istiridye/deniz kabuğu külü** ile üretilen betonlarda **erken basınç dayanımının** kısmen düşük, **ileri yaş** dayanımının ise puzolanik tüketim ve yapı sıkılaşmasına bağlı olarak yükseldiğini göstermiştir (Tayeh ve ark., 2019). Benzer şekilde, kabuk kökenli biyokalsiyumun (kül veya çok ince toz) **yüksek özgül yüzeyi** sayesinde çekirdeklenmeyi hızlandırdığı; Ca(OH)₂ stokunu artırarak **uçucu kül/seramik atığı gibi Si–Al zengin katkılarla sinerjik** çalıştığı, böylece **ek C–S–H** üretimi ve geçirgensizlikte düşüş sağladığı rapor edilmiştir (Hadjadj ve ark., 2024). Bu sinerji, MKK’nin **tek başına puzolanik malzeme** olmaktan ziyade “**puzolanik sistemlerin hızlandırıcısı/besleyicisi**” olarak konumlanması gerektiğini destekler.

Dayanım ve Mikroyapısal Özelliklere Etkiler

Midye kabuğu külü (MKK), çimento esaslı kompozitlerde **mekanik performans** ve **mikroyapı gelişimi** üzerinde önemli etkilere sahiptir. Kalsinasyonla oluşan **reaktif CaO** fazı, suyla temasta Ca(OH)_2 üretir ve bu faz çimento hidrasyon ürünleriyle etkileşime girerek yapının yoğunluğunu artırabilir.

Dayanım Özellikleri:

Çalışmalar, düşük ve orta katkı oranlarında (%5-%10) MKK'nin çimento kompozitlerinde **basınç dayanımını artırabileceğini** göstermektedir. Bunun başlıca nedeni, ince kalsiyum oksit fazlarının hidrasyonu hızlandırması ve dolgu etkisiyle boşluk oranını azaltmasıdır (Hadjadj vd., 2024). Tayeh vd. (2019), deniz kabuğu külü ile yapılan betonlarda 28 ve 90 günlük kürlerde basınç dayanımında belirgin iyileşmeler rapor etmiştir. Ancak yüksek katkı oranlarında (%15 ve üzeri) bağlayıcı oranının azalması nedeniyle dayanım kayıpları görülmektedir (Zhu vd., 2024).

Mikroyapısal

Özellikler:

MKK katkısı, çimento hamurlarının **gözenek yapısını** doğrudan etkilemektedir. Orta düzey ikamelerde daha kompakt ve yoğun bir mikro yapı gözlenirken, yüksek oranlarda gözenek boyutunda artış rapor edilmiştir (Gu vd., 2024). Tarama elektron mikroskobu (SEM) analizleri, kabuk külü katkılı karışımlarda **ikincil C-S-H fazları** ve karboalüminat oluşumlarının arttığını, bunun da dayanıklılığı desteklediğini ortaya koymuştur (Tayeh vd., 2019). Ayrıca ultrasonik hız ölçümleri, orta düzey katkılarda malzemenin daha yoğun bir yapıya sahip olduğunu doğrulamaktadır.

6. Tatlı Su ve Deniz Kökenli Kabukların Karşılaştırılması

Mineralojik Farklılıklar

Midye kabukları, esas olarak kalsiyum karbonat (CaCO_3) mineralinden oluşmakla birlikte, bu bileşiğin iki temel kristal formu olan aragonit ve kalsit farklı oranlarda bulunabilmektedir. Kabukların oluştuğu ortam, tür farklılıkları ve çevresel koşullar, bu mineralojik bileşimin çeşitlenmesine neden olmaktadır (Piwoni-Piórewicz vd., 2021).

Deniz kökenli kabuklar, özellikle istiridye (*Ostrea* spp.) ve deniz midyeleri (*Mytilus* spp.), genellikle kalsit ağırlıklı bir mineralojik yapıya sahiptir. Bununla birlikte bazı deniz kabuklarında aragonit fazları da bulunabilmekte, özellikle hızlı büyüyen türlerde aragonit oranı artış göstermektedir (Lertwattanaruk vd., 2012). Deniz ortamındaki yüksek iyonik güç ve sabit tuzluluk, kalsit oluşumunu teşvik eden bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

Tatlı su kökenli kabuklarda ise durum farklıdır. Zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) kabuklarının neredeyse tamamen aragonit yapıda olduğu mineralojik ve spektroskopik analizlerle ortaya konmuştur (Immel vd., 2016). *Unio* türleri ise aragonit ve kalsitin birlikte bulunduğu karma yapılı kabuklara sahiptir (Al-Jaberi vd., 2023). Bu çeşitlilik, tatlı su ortamlarında iyonik bileşimin değişkenliği, sıcaklık farklılıkları ve büyüme koşullarının çeşitliliği ile ilişkilendirilmektedir. Genel karşılaştırma yapıldığında, deniz kabuklarının çoğunlukla kalsitçe zengin, tatlı su kabuklarının ise aragonit ağırlıklı olduğu söylenebilir. Bu mineralojik farklılık, çimento bazlı sistemlerde kullanılacak kabuk katkılarının reaktivite, çözünürlük ve hidratasyon davranışlarını doğrudan etkilemektedir. Aragonitçe zengin tatlı su kabukları daha hızlı çözünürken, kalsitçe zengin deniz kabukları daha stabil ancak daha düşük reaktiviteye sahiptir. Bu nedenle, mineralojik yapıların dikkate alınması, midye kabuklarının çimento katkısı olarak değerlendirilmesinde kritik önem taşır.

Performans Farklılıkları

Midye kabuklarının çimento bazlı kompozitlerde katkı malzemesi olarak performansı, mineralojik yapı, tane boyutu, kalsinasyon koşulları ve katkı oranına bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle tatlı su ve deniz kökenli kabukların kullanımında belirgin performans farklılıkları ortaya çıkmaktadır. Tatlı su kabukları, özellikle zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) ve *Unio* türleri, mineralojik olarak aragonit ağırlıklı yapıya sahiptir (Immel vd., 2016; Al-Jaberi vd., 2023). Aragonit, kalsite göre daha yüksek çözünürlük ve reaktiviteye sahip olduğundan, tatlı su kabukları öğütülerek toz formuna getirildiğinde çimento hamurlarında erken yaş hidratasyonunu hızlandırıcı etki gösterebilir. Bu etki, özellikle düşük katkı oranlarında (%3–%9) taze hal özelliklerinin korunmasına ve ilerleyen kürlerde dayanımın toparlanmasına yardımcı olmaktadır. Ancak, yüksek katkı oranlarında bağlayıcı miktarının azalması nedeniyle dayanım kayıpları görülmektedir (Zhu vd., 2024).

Deniz kabukları, genellikle kalsit ağırlıklı oldukları için tatlı su kabuklarına kıyasla daha düşük çözünürlük ve reaktivite sergilerler. Lertwattanaruk, Makul ve Siripattaraprat (2012), öğütülmüş deniz kabuklarının %5–%10 oranında ikamesinde basınç dayanımının kontrolle benzer olduğunu, ancak %20 oranında belirgin düşüşler yaşandığını rapor etmiştir. Tayeh vd. (2020) ise deniz kabuğu katkılarının düşük oranlarda işlenebilirliği koruduğunu, yüksek oranlarda ise hem akışkanlık hem de dayanım üzerinde olumsuz etkiler gösterdiğini bildirmiştir.

Genel karşılaştırma yapıldığında, tatlı su kabukları daha reaktif olduklarından erken yaşlarda hidratasyon süreçlerini hızlandırabilirken, deniz kabukları daha stabil fakat düşük reaktif

katkılar sunmaktadır. Kül formunda ise her iki kaynak da dayanımı artırıcı etki gösterebilmekte, ancak optimum katkı aralığı genellikle %5–%10 seviyelerinde kalmaktadır (Hadjadj vd., 2024). Sonuç olarak, tatlı su kabukları yüksek reaktiviteleri nedeniyle erken hidrasyon ve ikincil ürün oluşumunu destekleme eğilimindeyken, deniz kabukları daha düşük reaktivite ile daha çok dolgu ve hacimsel katkı rolü oynamaktadır. Bu performans farklılıkları, kullanım amacına ve hedeflenen malzeme özelliklerine göre hangi kabuk türünün tercih edilmesi gerektiğini belirleyici hale getirmektedir.

Uygulama Zorlukları ve Avantajları

Midye kabuklarının çimento esaslı kompozitlerde değerlendirilmesi, sürdürülebilir yapı malzemeleri geliştirme hedefiyle giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bu biyogenik kaynakların yüksek oranda kalsiyum karbonat içermesi, onları hem dolgu malzemesi hem de kalsinasyon sonrası reaktif kireç kaynağı olarak cazip hale getirmektedir (Chandrasekaran vd., 2019). Özellikle istilacı tatlı su türlerinin kabuklarının kullanımı, çevresel yönetim ile endüstriyel faydayı birleştiren yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Tatlı su kabukları, daha yüksek aragonit oranları sayesinde deniz kabuklarına kıyasla daha hızlı çözünür ve erken hidrasyon süreçlerine daha etkin katkı sağlar. Bu durum, çimento matrisinde erken dayanım gelişimini destekleyici bir avantaj yaratmaktadır. Ayrıca, istilacı zebra midyesi gibi türlerin biyokütle fazlalığı, bu türlerin ekonomik bir kaynak olarak değerlendirilmesini mümkün kılarak ekosistem restorasyonuna da katkı sağlayabilir (Nalepa & Schloesser, 2013). Deniz kökenli kabuklar ise genellikle kalsit ağırlıklı olup daha stabil fakat düşük reaktif bir yapıya sahiptir. Bu özellikleri, dolgu etkisinin öne çıkmasını sağlarken reaktivite açısından sınırlı fayda sunar. Bununla birlikte, deniz kabukları özellikle kıyı bölgelerinde yüksek miktarda atık olarak biriktiği için, bu atıkların değerlendirilmesi hem sahil ekosistemlerinde kirlilik sorunlarının azaltılmasına hem de inşaat sektöründe hammadde tasarrufuna katkıda bulunabilir (Yoon vd., 2003). Uygulama sürecinde bazı zorluklar da bulunmaktadır. Kabukların toplanması, temizlenmesi ve organik kalıntılardan arındırılması zaman ve enerji gerektiren işlemler olup maliyetleri artırabilmektedir. Ayrıca, kül üretimi için gerekli kalsinasyon işlemleri yüksek sıcaklık ve enerji tüketimi nedeniyle karbon ayak izini yükseltebilir (González-Fontebao & Martínez-Abella, 2008). Farklı türlerin mineralojik heterojenliği de, elde edilen katkı malzemelerinin performansında değişkenliklere yol açabilmektedir.

Sonuç olarak, midye kabuklarının çimento sistemlerinde kullanımı hem **avantajlar** (yüksek CaCO_3 içeriği, atıkların değerlendirilmesi, ekolojik faydalar) hem de **zorluklar** (işleme maliyeti, enerji tüketimi, standart eksikliği) barındırmaktadır. Tatlı su ve deniz kökenli

kabukların mineralojik ve çevresel bağlamları farklı olduğu için, uygulamalarda türlerin özellikleri dikkate alınmalı ve uygun işlem koşulları geliştirilmelidir.

7. Sürdürülebilirlik ve Döngüsel Ekonomi Perspektifi

Biyokütle Fazlalığının Değerlendirilmesi

Çimento üretimi, hem yüksek enerji tüketimi hem de yoğun CO₂ salınımı ile küresel karbon emisyonlarının önemli bir bölümünden sorumludur. Bu nedenle, alternatif mineral katkı malzemelerinin değerlendirilmesi sürdürülebilirlik açısından kritik hale gelmiştir. Midye kabukları gibi biyolojik atıkların çimento bazlı kompozitlerde kullanımı, bir yandan endüstriyel atık yönetimini kolaylaştırırken diğer yandan döngüsel ekonomiye katkı sağlayarak hammadde tüketimini azaltmaktadır (Mahendran vd., 2018).

Tatlı su ve deniz ekosistemlerinde biriken midye kabukları çoğu zaman atık olarak değerlendirilmekte, özellikle gıda işleme tesislerinde tonlarca kabuk çöplüklere veya deniz kıyılarına bırakılmaktadır. Bu durum, çevresel kirliliğe yol açmakta ve yerel ekosistemlerde biyolojik riskler doğurmaktadır (Bertolini vd., 2004). Bu kabukların çimento katkısı olarak geri kazanımı, hem atık yükünü azaltmakta hem de endüstriyel ölçekte kullanılabilecek düşük maliyetli bir kaynak yaratmaktadır. İstilacı tatlı su türleri, özellikle zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) gibi türler, kontrolsüz şekilde çoğalarak ekosistemlere ciddi zarar vermektedir. Bu biyokütlenin toplanarak endüstriyel süreçlere kazandırılması, yalnızca çimento ve beton sektöründe değil, aynı zamanda ekosistem yönetiminde de yenilikçi bir çözüm olarak değerlendirilmektedir (Mackie & Claudi, 2010). Bu bağlamda, biyolojik istilaların yönetiminde ortaya çıkan kabuk atıkları bir problem olmaktan çıkarılıp katma değerli ürünlere dönüştürülebilir. Döngüsel ekonomi perspektifinden bakıldığında, midye kabuklarının çimento bazlı kompozitlerde kullanımı, “atık → kaynak → ürün” zincirini tamamlayan bir örnek teşkil etmektedir. Bu yaklaşım, yalnızca çevresel fayda sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda inşaat sektöründe doğal kalker kaynaklarının tüketimini azaltarak ekonomik kazanımlar da sunmaktadır (Hendriks & Janssen, 2003). Özellikle bölgesel ölçekte bol bulunan kabuk atıklarının yerinde değerlendirilmesi, hem taşımacılık kaynaklı karbon ayak izini düşürmekte hem de sürdürülebilir üretim modellerine geçişi hızlandırmaktadır.

Karbon Ayak İzinin Azaltılmasına Katkı

Çimento üretimi, küresel CO₂ emisyonlarının yaklaşık %7–8’inden sorumlu olup, iklim değişikliğine en fazla katkı sağlayan sanayi faaliyetlerinden biridir (Andrew, 2019). Bu nedenle, çimento üretiminde klinker oranının düşürülmesi ve alternatif mineral katkıların kullanılması, karbon ayak izini azaltmaya yönelik en önemli stratejiler arasında yer almaktadır.

Midye kabukları, yüksek kalsiyum karbonat içeriği sayesinde bu bağlamda dikkat çekici bir seçenek sunmaktadır. Midye kabuklarının öğütülerek toz veya kül formunda çimento sistemlerine entegre edilmesi, hem klinker ihtiyacını azaltmakta hem de kalsinasyon sürecinde doğal kireçtaşı kullanımını ikame ederek karbon emisyonlarını düşürmektedir. Çalışmalar, kabuk atıklarının kısmi ikamesinin çimento üretiminde yaklaşık %5–15 oranında klinker tasarrufu sağlayabileceğini ve buna bağlı olarak ton başına düşen CO₂ emisyonlarında kayda değer azalmalar yaratabileceğini göstermektedir (Yang vd., 2020). Bunun yanı sıra, midye kabuklarının değerlendirilmesi sayesinde atık depolama ve taşımacılık faaliyetlerinden kaynaklanan ek karbon salınımlarının da önüne geçilmektedir. Yerel kaynakların kullanılması, uzun mesafeli hammadde taşımacılığını azaltarak karbon ayak izini düşüren önemli bir etki yaratmaktadır (Turner & Collins, 2013). Özellikle kıyı bölgelerinde biriken deniz kabuğu atıkları ile tatlı su göllerinde istilacı midye kabuklarının yerinde değerlendirilmesi, karbon emisyonlarını hem doğrudan (klinker azaltımı) hem de dolaylı (taşımacılık ve depolama azaltımı) yollarla düşürmektedir.

Sonuç olarak, midye kabuklarının çimento katkısı olarak kullanımı, yalnızca atık yönetimi ve hammadde tasarrufu sağlamamakta, aynı zamanda karbon ayak izini azaltarak iklim değişikliği ile mücadeleye doğrudan katkı sunmaktadır. Bu bağlamda midye kabukları, sürdürülebilir inşaat malzemeleri geliştirme sürecinde döngüsel ekonomi yaklaşımının somut bir örneğini oluşturmaktadır.

Sonuç

Midye kabuklarının çimento bazlı kompozitlerde kullanımı, hem tatlı su hem de deniz kökenli türlerin mineralojik farklılıklarından kaynaklanan çeşitli performans etkilerini beraberinde getirmektedir. Aragonit ağırlıklı tatlı su kabukları, özellikle erken yaşlarda daha yüksek reaktivite sergilerken; kalsitçe zengin deniz kabukları daha stabil ancak düşük reaktif katkılar sunmaktadır. Toz ve kül formunda kullanılan midye kabukları, uygun oranlarda (%5–%10) çimento sistemlerinde işlenebilirlik, dayanım ve mikroyapı üzerinde olumlu sonuçlar yaratabilmekte, ancak yüksek oranlı ikamelerde performans kayıpları söz konusu olmaktadır. Sürdürülebilirlik perspektifinden bakıldığında, midye kabuklarının değerlendirilmesi yalnızca **teknik faydalar** sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda **ekonomik ve çevresel avantajlar** da sunmaktadır. Atık yönetimi bağlamında, gıda endüstrisi ve ekosistemlerde biriken büyük miktardaki kabuk atıkları, çevresel yük oluşturmaktan çıkarılıp katma değerli bir kaynağa dönüştürülmektedir. Ayrıca klinker oranının düşürülmesiyle karbon ayak izi azaltılmakta ve çimento sektörünün iklim değişikliği ile mücadelesine katkı sağlanmaktadır.

Sonuç olarak, midye kabuklarının çimento katkısı olarak kullanımı, döngüsel ekonomi yaklaşımının somut bir örneğini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, uygulama süreçlerinde toplama, işleme, kalsinasyon maliyetleri ve mineralojik heterojenlik gibi zorlukların aşılması gerekmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmaların, optimum katkı oranlarının belirlenmesine, standartların geliştirilmesine ve endüstriyel ölçekli uygulamaların desteklenmesine odaklanması, bu biyojenik kaynağın sürdürülebilir inşaat malzemeleri alanında yaygın kullanımını mümkün kılacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmayı 123M756 numaralı araştırma projesi ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Addadi, L., & Weiner, S. (1997). A pavement of pearl. *Nature*, 389(6654), 912–913.
<https://doi.org/10.1038/40036>
- Al-Jaberi, M. H., vd. (2023). Study of *Unio* shells in Quaternary deposits: Calcite–aragonite assemblages. *Technical Report*.
- Andrew, R. M. (2019). Global CO₂ emissions from cement production, 1928–2018. *Earth System Science Data*, 11(4), 1675–1710. <https://doi.org/10.5194/essd-11-1675-2019>
- Azarian, M. H., vd. (2022). Biogenic calcium carbonate derived from waste shells for advanced material applications: A review. *Frontiers in Materials*.
<https://doi.org/10.3389/fmats.2022.841206>
- Bertolini, L., Carsana, M., & Cassago, D. (2004). Recycled seashell waste as aggregate in concrete: A case study of durability. *Cement and Concrete Composites*, 26(6), 613–620.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2003.09.005>
- Bogan, A. E. (2008). Global diversity of freshwater mussels (Mollusca, Bivalvia) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9011-7>
- Chandrasekaran, S., Ramesh, S., & Ramesh, K. (2019). Seashell wastes in concrete: A review on durability and mechanical properties. *Journal of Cleaner Production*, 211, 1150–1163.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.247>
- González-Fontboa, B., & Martínez-Abella, F. (2008). Concretes with seashell waste as aggregate: Durability and mechanical properties. *Waste Management*, 28(12), 2315–2322.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.10.004>
- Graf, D. L., & Cummings, K. S. (2007). Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida). *Journal of Molluscan Studies*, 73(4), 291–314.
<https://doi.org/10.1093/mollus/eym029>
- Gu, X., vd. (2024). Elucidating the reaction of seashell powder within fly ash cement: A focus on hydration products. *Journal of Building Engineering*.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.108544>
- Hadjadj, M., vd. (2024). The effect of using seashells as cementitious bio-material in mortar. *Construction and Building Materials*, 411, 133307.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.133307>
- Hendriks, C. F., & Janssen, G. M. T. (2003). Use of recycled materials in construction. *Materials and Structures*, 36(9), 604–608. <https://doi.org/10.1007/BF02483280>
- Immel, F., vd. (2016). The shell of the invasive bivalve species *Dreissena polymorpha*: Biochemical, elemental and textural investigations. *PLOS ONE*, 11(5), e0154264.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154264>
- International Energy Agency (IEA). (2023a). *Cement – Analysis*. IEA.
<https://www.iea.org/reports/cement>

- International Energy Agency (IEA). (2023b). *Breakthrough Agenda Report – Cement*. IEA. <https://www.iea.org/reports/breakthrough-agenda-report-2023>
- Karatayev, A. Y., Burlakova, L. E., & Padilla, D. K. (2007). The effects of zebra mussels on aquatic communities and ecosystems. *Hydrobiologia*, 571(1), 133–146. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0251-0>
- Lertwattanakul, P., Makul, N., & Siripattaraprat, C. (2012). Utilization of ground waste seashells in cement mortars. *Construction and Building Materials*, 26(1), 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.05.003>
- Mackie, G. L., & Claudi, R. (2010). *Monitoring and control of macrofouling mollusks in fresh water systems*. CRC Press.
- Mahendran, M., Ariyawansa, C., & Jayasinghe, C. (2018). Sustainable use of seashells as a substitute for limestone in cement production. *Journal of Cleaner Production*, 204, 939–947. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.344>
- Nalepa, T. F., & Schloesser, D. W. (Eds.). (2013). *Quagga and Zebra Mussels: Biology, Impacts, and Control* (2nd ed.). CRC Press.
- Piwoni-Piórewicz, A., vd. (2021). Elemental patterns in calcite vs. aragonite shells: Insights from biogeochemistry. *Biogeosciences*, 18(2), 707–726. <https://doi.org/10.5194/bg-18-707-2021>
- Strayer, D. L. (2009). Twenty years of zebra mussels: Lessons from the mollusk that made headlines. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(3), 135–141. <https://doi.org/10.1890/080020>
- Tayeh, B. A., vd. (2019). Properties of concrete containing recycled seashells as ash/aggregate. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117861. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117861>
- Tayeh, B. A., vd. (2020). Durability and mechanical properties of seashell partially replaced cement mortar. *Construction and Building Materials*, 262, 120094. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120094>
- Turner, D. A., & Collins, M. (2013). Reducing the carbon footprint of construction materials: Local sourcing and recycling approaches. *Resources, Conservation and Recycling*, 73, 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.01.012>
- Yang, E., Yi, N., & Leem, Y. (2020). Environmental performance of oyster shell powder as partial replacement of cement. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122978. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122978>
- Yoon, Y. S., Kim, K. H., & Kim, J. H. (2003). Chemical–mechanical characteristics of seashell aggregate concrete. *Cement and Concrete Research*, 33(6), 923–931. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(02\)01093-3](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(02)01093-3)
- Zhu, Y., vd. (2024). Properties of cementitious materials utilizing seashells: A review. *Materials*, 17(2), 341. <https://doi.org/10.3390/ma17020341>

TATLI SU ZEBRA MİDYE KABUĞU KÜLÜNÜN ÇİMENTO ESASLI KOMPOZİTLERİN DAYANIMINA ETKİSİ

Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesi/İnşaat Mühendisliği
Bölümü, İskenderun, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-6268-4909

Prof. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN

İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği
Bölümü, İskenderun, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-2510-3714

Zişan KOÇ

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesi/İnşaat Mühendisliği
Bölümü, İskenderun, Türkiye

ORCID ID: 0009-0002-6276-5431

Özet

Bu çalışmada, tatlı su zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) kabuğu külünün çimento esaslı kompozitlerde mineral katkı malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, Atatürk ve Birecik barajlarının kapakları ile ana iletim borularında yoğun olarak biriken ve istilacı bir tür olan zebra midyeler kazıma yöntemiyle toplanmıştır. Toplanan midye kabukları organik kalıntılardan arındırılacak şekilde ayrıntılı biçimde temizlenmiş, güneş ışığı altında kurutulmuş ve 1000 °C’de yakılarak kül formuna dönüştürülmüştür. Elde edilen kül, bilyalı değirmende öğütüldükten sonra, Portland çimentosu (CEM I 42,5) ile ağırlıkça %3, %6, %9, %12 ve %15 oranlarında yer değiştirilerek kontrol karışımıyla birlikte toplam altı karışım hazırlanmıştır. Taze karışımlar üzerinde birim hacim ağırlık ve yayılma çapı deneyleri gerçekleştirilmiş; ardından numuneler 7, 28 ve 90 gün süreyle kür edilmiştir. Kür periyotlarının sonunda, yüzeyleri doygun–kuru hâle getirilen numuneler üzerinde Schmidt çekici sertlik testi, ultrasonik ses geçiş hızı, üç nokta eğilme ve basınç dayanımı deneyleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, orta düzey ikame oranlarında (%6–%9) zebra midye kabuğu külünün çimento matrisinde mikro-dolgu ve kısmi puzolanik etki göstererek dayanım özelliklerinde artış sağladığını; buna karşılık yüksek katkı oranlarında (%12–%15) işlenebilirlikte azalma ve basınç dayanımında sınırlı düşüşler meydana geldiğini ortaya koymuştur.

Bu bulgular, baraj kapaklarının kapanmasını engelleyerek su kayıplarına yol açan istilacı zebra midyesinin, kabuğundan elde edilen kül formuyla sürdürülebilir yapı malzemesi üretiminde alternatif bir katkı maddesi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Böylece, çevresel bir sorunun azaltılmasıyla eşzamanlı olarak döngüsel ekonomi ve düşük karbon salınımı hedeflerine katkı sağlayan yenilikçi bir yaklaşım sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Zebra midyesi, biyomalzeme, çimento esaslı kompozitler, mekanik dayanım, sürdürülebilir yapı malzemeleri

EFFECT OF FRESHWATER ZEBRA MUSSEL SHELL ASH ON THE STENGTH OF CEMENT-BASED COMPOSİTES

Abstract

In this study the usability of freshwater zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) shell ash as a mineral additive material in cement-based composites was investigated. Within the scope of the study, zebra mussels, which are an invasive species and accumulate extensively on the covers and main transmission pipes of Atatürk and Birecik dams, were collected by scraping method. The collected mussel shells were thoroughly cleaned to remove organic residue, dried under sunlight, and converted to ash by incineration at 1000 °C. After the ash was ground in a ball mill, a total of six mixtures, including the control mixture, were prepared by replacing Portland cement (CEM I 42.5) at 3%, 6%, 9%, 12%, and 15% by weight. Unit weight and diameter tests were performed on the fresh mixtures, and the samples were then cured for 7, 28, and 90 days. At the end of the curing periods, samples with saturated and dry surfaces were subjected to Schmidt hammer tests, ultrasonic sound transmission velocity, three-point bending, and compressive strength tests. The results revealed that zebra mussel shell ash, at moderate replacement rates (6%–9%), provided micro-filling and partial pozzolanic effects in the cement matrix, increasing strength properties. However, at higher replacement rates (12%–15%), workability was reduced and compressive strength was limited.

These findings suggest that ash derived from the shells of the invasive zebra mussel, which prevents dam gates from closing and causes water loss, can be considered an alternative additive in the production of sustainable building materials. Thus, an innovative approach is presented that simultaneously contributes to the circular economy and low carbon emission goals while mitigating an environmental problem.

Keywords: Zebra mussel, biomaterial, cement-based composites, mechanical strength, sustainable building materials

1.Giriş

Küresel ölçekte çimento endüstrisi, yüksek sıcaklıklarda klinker üretimi ve kireç taşının kalsinasyonu sırasında ortaya çıkan süreç emisyonları nedeniyle yüksek enerji sarfıyatı gerektiren ve karbon salınımının yüksek olduğu bir sektördür. Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA, 2023a) göre sektörün doğrudan CO₂ emisyon yoğunluğu son yıllarda kayda değer biçimde azalmamış; 2030'a kadar Net Sıfır senaryosu ile uyum için yıllık yaklaşık %4'lük bir yoğunluk düşüşü gerekmektedir. Toplam emisyonların 2015'ten beri arttığı ve 2030'a kadar yaklaşık %20 azaltım gereksinimi bulunduğu da vurgulanmaktadır (IEA, 2023b). Bu azaltımın

önemli bir kısmı, klinker oranını düşüren alternatif bağlayıcılar ve tamamlayıcı malzemelerin yaygın kullanımıyla mümkündür.

Bu bağlamda, kısıtlı kaynaklı uçucu kül ve yüksek fırın cürufuna bağımlılığı azaltmak üzere, kalker–kalsine kil (LC3) gibi yeni nesil düşük karbonlu bağlayıcılar %30–40’a varan CO₂ düşüş potansiyeli ile öne çıkmaktadır (Jaskulski vd., 2020; Shao vd., 2025). LC3’ün hidrasyon kimyası, taze ve dayanım özellikleri ile dayanıklılık performansı üzerine kapsamlı derlemeler mevcuttur (Shao vd., 2025). Bununla birlikte, sadece bağlayıcı formülasyonunu değil, aynı zamanda biyojenik kalsiyum karbonat (b-CC) ve çeşitli atık kökenli kalsiyumlu malzemelerin değerlendirilmesini hedefleyen yaklaşımlar da hız kazanmıştır. Biyojenik kaynaklı CaCO₃ (ör. yumurta kabuğu, deniz ve tatlı su kabukluları), mineralojik olarak çoğunlukla kalsit yapıda olup çimento ve metalürjide doldurucu veya reaktif kireç/kalsiyum karbonat kaynağı olarak kullanılabilir. Bu malzemelerin yüzey modifikasyonu, tane boyutu ve faz içeriği (kalsit–aragonit) performansı belirgin biçimde etkilemektedir. (Azarian vd., 2022).

Kabuklu canlı atıklarının (midye, istiridye, deniz tarağı vb.) ince öğütülmüş toz veya kül formunda harç/betonda değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar literatürde giderek artmaktadır. Lertwattanaruk vd. (2012), öğütülmüş deniz kabuğu tozunun kısmi çimento ikamesi olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Tayeh vd. (2020), %5–20 oranlarında deniz kabuğu katkısının çimento bazlı kompozitlerde mekanik ve dayanıklılık özellikleri üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir. Hadjadj vd. (2024) ve Valín Fernández vd. (2024) ise kalsine edilmiş kabuk külünün %5–10 ikame düzeylerinde bazı sistemlerde basınç ve eğilme dayanımlarını artırabildiğini, daha yüksek oranlarda ise yoğunluk ve işlenebilirlikte düşüşler görülebildiğini rapor etmiştir. Zhu vd. (2024) tarafından yapılan güncel bir derleme, deniz kabuğu kökenli katkıların taze özellikler, mekanik dayanım ve dayanıklılık (su emme, klorür geçişi, donma–çözülme) üzerindeki etkilerini kapsamlı biçimde özetlemiştir.

Tatlı su ekosistemlerinde zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*), istilacı davranışı ve yüksek kabuk biyokütlesi ile hem ekolojik hem de yönetimsel sorunlar yaratmaktadır. Bu türden elde edilen kabukların başlıca bileşeni CaCO₃ olup, uygun ısı işlemler sonrası kireç/kalsiyum kaynağı veya çimentoda kısmi ikame materyali olarak değerlendirilebileceğine dair kanıtlar artmaktadır (Zebra Mussel Shells, 2022). Ancak *D. polymorpha* kabuğu külünün çimento esaslı kompozitlerde sistematik olarak incelendiği çalışma sayısı hâlen sınırlıdır; bu da alandaki belirgin bir araştırma boşluğunu işaret etmektedir.

Bu çalışmada baraj kapakları ve ana iletim borularında birikerek su kayıplarına yol açan istilacı bir tür olan tatlı su zebra midyesinin (*Dreissena Polymorpha*) 1000°C’de yakılması ile elde

edilen külün Portland çimentosunun ağırlıkça bir kısmı yerine kullanılması sonucu harç karışımlarının mekanik özelliklerini ne yönde etkilediği deneysel olarak araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Kullanılan Malzemeler

- **Çimento:** CEM I 42.5 R
- **İnce agrega:** Kırma kum
- **Zebra midye kabuğu külü (ZMK):** 1000°C’de yakılarak elde edilmiştir.
- **Su/bağlayıcı oranı:** ASTM C109’a göre uygun şekilde 0,485 olarak sabit tutulmuştur.
- **Kum/bağlayıcı oranı:** ASTM C109’a göre uygun şekilde 2,75 olarak sabit tutulmuştur.

İstilacı ve zararlı midye türü olan Zebra midyeler (*Dreissena Polymorpha*), Şanlıurfa Atatürk ve Birecik Barajı, baraj göllerine tüplü dalış yapılarak baraj kapaklarından ve ilgili bölmelerden kazıma yöntemiyle toplanmıştır. Toplandıktan sonra, yıkanan ve organik atıklardan temizlenen zebra midye kabuklarının bir kısmı 1200°C’ye kadar çıkabilen elektrikli bir fırın içerisinde 1000°C’de yakılarak kül haline getirilmiştir. Daha sonra sırasıyla 200 ve 90 mikronluk eleklerden elenmiş ve Blaine Testi yapılarak özgül yüzey değeri belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan çimento ve zebra midye kabuğu külüne ait fiziksel özellikler Tablo 1’de verilmektedir. Çalışmada kullanılan kumun yoğunluğu 2,63 g/cm³’tür.

Bu süreçlerin ardından elde edilen Zebra midye kabuğu külleri ASTM C109 standardına uygun bir şekilde 0,485 su/bağlayıcı ve 1:2,75 bağlayıcı/kum oranlarına sahip harç karışımları üretilmiştir. Harç karışımlarının üretiminde çimento olarak CEM I 42,5 Normal Portland Çimentosu, ince agrega olarak 0-4 mm çapında kırma kum ve su olarak ta İskenderun şebeke suyu kullanılmıştır. Midye kabuğu külü çimento ile ağırlıkça (kütlece) %0 (kontrol numunesi), %3, %6, %9, %12 ve %15 oranlarında yer değiştirilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Çimento ve Zebra Midye Kabuğu Külünün Fiziksel Özellikler

Numune Adı	Blaine Özgül Yüzey (cm ² /g)	Özgül Ağırlık
Zebra Kül	4070	2,32
Çimento	3200	3,12

2.2. Karışım Tasarımları

Midye kabuğu külü çimento ile ağırlıkça (kütlece) %0 (kontrol numunesi), %3, %6, %9, %12 ve %15 oranlarında yer değiştirilmiştir.

Toplam altı farklı karışım hazırlanmıştır:

- K: Kontrol Karışımı

- ZKL3 : %3 Zebra Kabuğu Külü İçeren Karışım
- ZKL6 : %6 Zebra Kabuğu Külü İçeren Karışım
- ZKL9 : %9 Zebra Kabuğu Külü İçeren Karışım
- ZKL12 : %12 Zebra Kabuğu Külü İçeren Karışım
- ZKL15 : %15 Zebra Kabuğu Külü İçeren Karışım

Tasarımı verilen karışımlar pan tipi mikserde karıştırıldıktan sonra 10x10x10 cm boyutlarında küp ve 4x4x16 cm boyutlarında prizma kalıplara dökülmüştür.

2.3. Deneysel Yöntemler

Harç karışımları hazırlandıktan sonra önce sarsma tablasında yayılma çapı ölçülmüş, daha sonra taze birim hacim ağırlıkları ölçülmüştür. Kalıplara dökülen numuneler 1 gün sonra kalıplardan alınarak kür tanklarına konulmuştur. 7, 28, 90. Gün sonunda Schmidt çekici ve ultrasonik ses hızı tespitleri küp numuneler üzerinde, Basınç dayanımı, Eğilme dayanımı testleri prizma numuneler üzerinde yapılmıştır.

Numuneler 7, 28 ve 90 günlük kürlerde aşağıdaki testlere tabi tutulmuştur:

- **Birim Hacim Ağırlık**

Kalıplara döküm öncesinde tüm karışımların taze hal birim hacim ağırlıklarının tespiti için karışımlar birim hacim ağırlık kabına doldurularak tartılmış ve birim hacim ağırlıkları bulunmuştur.



Şekil 1. Birim Hacim Ağırlıkların Tespiti

- **Yayılma Çapı**

Taze betonun işlenebilirliği bazı özelliklerine bakılarak anlaşılabilmektedir. Kolay karılabilmesi, ayrışma olmaması, kolay yerleştirilmesi, sıkıştırılabilmesi, yüzeyin düzeltilebilmesi, pompalanabilir olması gibi özelliklerin tamamı işlenebilirlik veya işlenebilirlik olarak tanımlanmaktadır. (Haste, Z.,2018) Yayılma çapının belirlenmesi taze harç numunelerinin akışkanlık, işlenebilirlik ve kıvamı konusunda bilgi vermektedir. Karışımlarının kıvamları ilgili standarda uygun şekilde, sarsma tablası deneyiyle belirlenmiştir. Sarsma tablası deneyi uygulanırken taban çapı 100 mm olan kesik koni biçimindeki kalıba hazırlanan harçlar iki aşamada doldurulmuş ve her aşamadan sonra 10 vuruş yapılmıştır. Yüzeyi düzeltildikten sonra kalıp çıkarılmış ve sarsma tablası 15 defa düşürülmüştür. Tüm bu işlemlerin ardından yayılan harcın çapı kumpas yardımıyla farklı noktalardan ölçülmüş ve ortalama değer bulunmuştur.



Şekil 2. Yayılma Tablası Deneyi

- **Schmidt Çekici (Yüzey Sertliği)**

Beton test çekici ya da Schmidt çekici olarak kullanılan cihaz, betonun dayanımını geri sıçrama verisinden yararlanılarak belirlemede kullanılan alettir. Adını, mucidinin soy isminden almaktadır. Tahribatsız yöntem ve yerinde uygulamaya sahip olması kullanımını yaygınlaştırmıştır (Schmidt, 1951; Bungey ve Millard, 1996). Çekicinin üzerine bastırılarak kayaç ya da betonun sertlik değeri ölçülür. (Şan, F., 2022) Deney sırasında en az 12 ölçüm yapılır. En yüksek ve en düşük değerleri çıkarılarak, 10 ölçümün aritmetik ortalaması alınarak, sıçrama değeri elde edilir (Bungey ve Millard, 1996). Bulunan ortalama geri sıçrama değeri ile test çekici üzerinde bulunan grafikten

yaklaşık basınç dayanımı belirlenir. Bu araştırma kapsamında Zebra tipi tatlı su midye kabuğu külünün farklı ikamelerde bulunduğu 10x10x10 cm ölçülerdeki küp numuneler üzerinde Schmidt çekici ile ölçüm yapılmış ve yüzey sertliği belirlenmiştir. Bu yöntem betonun dayanımıyla ilgili bilgi verir.



Şekil 3. Test Çekici Deneyi

- **Eğilme Dayanımı**

Her karışım için her yaşta (7. gün, 28. gün, 90. gün) 3 adet 4x4x16 cm ebatlarında prizmatik numune üç nokta yükleme testine tabi tutularak eğilme dayanımları belirlenmiştir. Numunelerin eğilme dayanımları TS EN 196-1'e göre belirlenmiştir.



Şekil 4, 5. Eğilme Dayanımı Deneyi

- **Basınç Dayanımı**

Eğilme dayanımı testi sonucunda her numune 2 parçaya ayrılmıştır. Bu numunelerden 3 tanesi çimento presinde 4x4 cm'lik başlık kullanılarak 4x4x4 cm ebatlarında küp şeklinde basınç testine tabi tutularak ve ortalama basınç dayanımları belirlenmiştir. Numunelerin basınç dayanımları TS EN 196-1'e göre belirlenmiştir.



Şekil 6, 7. Basınç Dayanım Deneyi

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Taze Harç Özellikleri

Yayılma Çapı

Tablo 2. Yayılma Tablası Deney Sonuçları

Karışım No	Yayılma Çapı (mm)
K	113,95
ZKL3	114,35
ZKL6	115,73
ZKL9	112,71
ZKL12	111,82
ZKL15	109,25

Bu bölümde, taze harç karışımlarının kıvamı, TS EN 1015-3 standardına uygun olarak sarsma tablası deneyi ile belirlenmiştir. Bu deneyde, taban çapı 100 mm olan kesik koni biçimindeki kalıba iki tabaka halinde 10 vuruş yapılarak harç yerleştirildikten sonra kalıp çekilir ve yayılma tablası 15 kere düşürülür. Ardından, harcın taban çapı birkaç yerden ölçülerek ortalama yayılma çapı kaydedilmiştir. Bu yöntem, harcın işlenebilirlik ve akışkanlık özelliklerini doğrudan yansıtan önemli bir parametre sağlamıştır.

Zebra midye kabuğu külü (ZKL) içeren karışımlarda kül miktarının artması ile birlikte yayılma çaplarında bir miktar azalma gözlenmiştir. Bu azalma, külün çimentoya göre biraz daha yüksek özgül yüzey alanına sahip olması ve bir miktar suyu absorbe etmesi veya viskoziteyi artırıcı bir etki yaratmasıyla açıklanabilir. Tablo 1’de verilen özgül yüzey değerleri incelendiğinde çimentonun Baline özgül yüzey değerinin 3200 cm²/g ve zebra midye kabuğu külünün özgül yüzey değerinin 4070 cm²/g olduğu görülmektedir.

3.2. Birim Hacim Ağırlığı

Tablo 3. Taze Birim Hacim Ağırlığı Sonuçları

Karışım No	Taze Birim Hacim Ağırlık (g/cm ³)
K	2,32
ZKL3	2,30
ZKL6	2,28
ZKL9	2,28
ZKL12	2,27
ZKL15	2,27

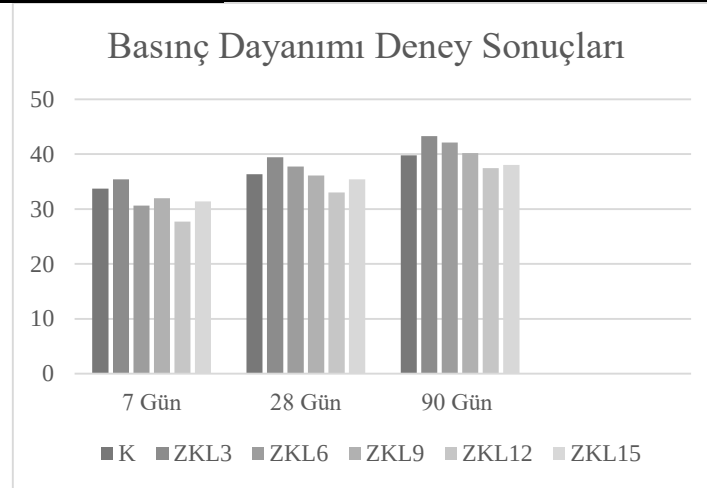
Çalışmada kullanılan çimentonun özgül ağırlığı 3,12 g/cm³, Zebra midye kabuğu külünün (ZKL) 2,32 g/cm³ olarak belirlenmiştir. Tabloda taze birim hacim ağırlığı değerleri incelendiğinde, malzemelerin özgül ağırlıklarındaki farklılıklara bağlı olarak bazı değişkenlikler görülmekle birlikte, karışımlar arasında çok önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Örneğin, daha düşük özgül ağırlığa sahip ZKL içeren karışımlarda hafif bir düşüş eğilimi izlenirken, en yüksek ikame oranlarında (%15) dahi birim hacim ağırlıklarında dramatik bir değişim yaşanmamıştır. Bu durum, ikame edilen malzemelerin harç içindeki dağılımı ve genel boşluk yapısının dengelendiğini göstermektedir. Bu bulgular, farklı atık malzemelerin, birim hacim ağırlığı üzerinde büyük bir olumsuz etki yaratmadan çimento esaslı malzemelerde kullanılabileceğini ve birim hacim ağırlığı ile basınç dayanımı arasında genel bir ilişki olduğunu gösteren çalışmalarla tutarlıdır (Leroy vd., 2018; Othman vd., 2021).

3.3. Mekanik Özellikler

Basınç Dayanımı:

Tablo 4. Basınç Dayanımı Deney Sonuçları

Karışım No	Basınç Dayanımı (Mpa)		
	7. Gün	28. Gün	90. Gün
K	33,71	36,34	39,79
ZKL3	35,43	39,41	43,25
ZKL6	30,60	37,75	42,10
ZKL9	31,94	36,08	40,17
ZKL12	27,70	33,00	37,42
ZKL15	31,38	35,40	38,05



Şekil 8. Basınç Dayanım Deneyi Sonuçları

4x4x16 cm ebatlarındaki prizmatik numunelerin eğilme dayanımı testi sonrası iki parçaya ayrılan kısımları, 7., 28. ve 90. günlerde 4x4 cm'lik başlık kullanılarak çimento presinde basınç testine tabi tutulmuştur. Basınç dayanımı, bir malzemenin basınç kuvvetlerine karşı gösterdiği direnci ifade eder ve beton ile harç gibi yapı malzemelerinin en temel mekanik özelliklerinden biridir. Elde edilen sonuçlar, midye türevi atıkların harçların taşıyıcı kapasitesine etkisini ortaya koymaktadır.

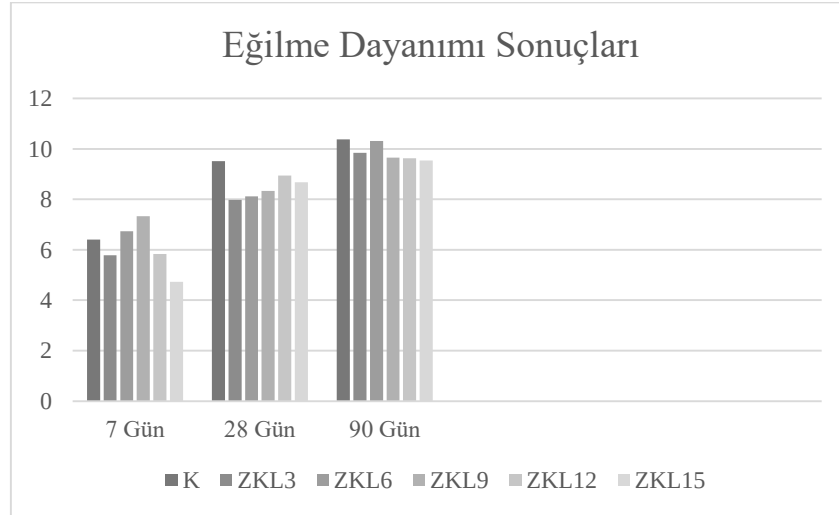
Tüm karışımların yaşla birlikte (7. günden 90. güne) basınç dayanımlarında önemli bir artış gösterdiği görülmektedir. Kontrol numunesi (K) 90. günde 39,79 MPa basınç dayanımına ulaşmıştır. Bu genel eğilim, çimento esaslı malzemelerde hidrasyonun zamanla ilerlemesi ve matrisin olgunlaşmasıyla beklenen bir durumdur.

Tablo 4 incelendiğinde %3 zebra midye kabuğu külü içeren ZKL3 karışımının tüm yaşlarda kontrol numunesinden daha yüksek dayanıma ulaştığı görülmektedir. ZKL3 ve ZKL6 karışımları 90. Gün sonunda kontrol numunesine göre sırasıyla %8,69 ve %5,81 daha yüksek basınç dayanımı değerine ulaşmıştır. %9 kül içeren ZKL9 numunesi ise 90 gün sonunda 40,17 Mpa basınç dayanımı ile kontrol numunesinden daha yüksek basınç dayanımına ulaşmıştır. Bu durum külün puzolanik aktivite göstererek C-S-H jeli oluşumunu arttırması ile ilişkilendirilebilir (Hasan vd. 2023, Liu vd. 2024).

Eğilme Dayanımı:

Tablo 5. Eğilme Dayanımı sonuçları

Karışım No	Eğilme Dayanımı (Mpa)		
	7. Gün	28. Gün	90. Gün
K	6,40	9,52	10,38
ZKL3	5,78	7,98	9,84
ZKL6	6,74	8,12	10,31
ZKL9	7,33	8,34	9,66
ZKL12	5,84	8,94	9,63
ZKL15	4,73	8,68	9,54



Şekil 9. Eğilme Dayanım Deneyi Sonuçları

Tablo 5’de verilen sonuçlar incelendiğinde 90. Gün sonunda tüm kül içeren karışımların kontrol karışımına yakın eğilme dayanımı gösterdiği, kontrol karışımına en yakın değere 10,31 MPa ile ZKL6 karışımının ulaştığı görülmektedir.

Schmidt Çekici**Tablo 6.** Test Çekici Sonuçları

Karışım No	Test Çekici Dayanımı (Mpa)		
	7. Gün	28. Gün	90. Gün
K	19,40	22,40	31,40
ZKL3	18,90	22,00	31,80
ZKL6	21,00	24,10	31,80
ZKL9	22,00	23,70	29,50
ZKL12	20,00	23,60	30,10
ZKL15	17,80	22,00	29,10

Çalışma kapsamında hazırlanan 10x10x10 cm boyutlarındaki küp numunelerinin 7., 28. ve 90. günlerdeki yüzey sertlikleri, sudan çıkarılarak yüzeyi kurutulduktan sonra Schmidt Çekici kullanılarak belirlenmiştir. Schmidt çekici deneyi, sertleşmiş betonun yüzeyine bir kütle ile darbe vurularak geri sıçrama değerinin ölçüldüğü tahribatsız bir test yöntemidir. Bu değer, yüzeyden yaklaşık 3 cm derinliğe kadar olan bölgedeki betonun yüzey sertliği ve dolaylı olarak dayanımı hakkında bilgi vermektedir. Yüksek test çekici dayanımı değerleri, daha yüksek yüzey sertliğini göstermektedir.

Tabloda verilen değerler incelendiğinde Zebra midye kabuğu külü (ZKL) içeren numunelerin yüzey sertliği değerleri, her yaşta kontrol numunesine yakın veya daha yüksek seyretmiştir. ZKL3 ve ZKL6'nın 90. günde 31,80 MPa ile kontrol numunesine yakın değerler (31 Mpa) sergilediği görülmektedir.

Ultrasonik Ses Hızı Yöntemi

Karışım No	Ultrasonik Ses Hızı (m/s)		
	7. Gün	28. Gün	90. Gün
K	3122	3236	3710
ZKL3	2758	3287	4884
ZKL6	3238	3723	4584
ZKL9	3182	3450	4736
ZKL12	3172	3560	4518
ZKL15	3276	3575	4808

Tablo 7. Ultrasonik Ses Hızı Sonuçları

Hazırlanan 10x10x10 cm boyutlarındaki küp numuneler, 7., 28. ve 90. günlerde sudan çıkarılarak yüzeyleri kurutulduktan sonra ultrasonik ses testine tabi tutulmuştur. Bu tahribatsız deney yönteminde, ultrason jeli sürülmüş başlıklar vasıtasıyla numunenin bir ucundan diğer ucuna ses dalgasının gidiş süresi ölçülmekte ve başlıklar arası mesafe girilerek yol/zaman ifadesinden ultrasonik sesin ulaşma hızı belirlenmektedir. Ultrasonik dalga hızı ile betonun boşluklu olması ve dolayısıyla yoğunluğu arasında ters bir ilişki bulunmaktadır: içerisinde daha çok boşluk bulunan bir betonda ses dalgasının hızı daha az olmaktadır. Bu test, harcın iç yapısı, homojenliği ve dayanımı hakkında yaklaşık bilgiler sağlamaktadır. Yüksek ultrasonik ses hızı değerleri, daha yoğun, daha az boşluklu ve genellikle daha yüksek dayanımlı bir matrisi işaret etmektedir.

Tabloda verilen ultrasonik dalga hızı sonuçları incelendiğinde, tüm karışımların yaşla birlikte (7. günden 90. güne) ses hızında belirgin bir artış gösterdiği görülmektedir. Bu artış, harçların iç yapısının zamanla daha yoğun ve homojen hale geldiğini, hidrasyon reaksiyonlarının ilerlemesiyle boşluklu yapının azaldığını göstermektedir. Kontrol numunesi (K) 90. günde 3710 m/s ses hızına ulaşmıştır.

Zebra midye kabuğu külü içeren karışımlar, 90 gün sonunda kontrol karışımına göre çok daha yüksek ultrasonik dalga hızı değerlerine ulaşmıştır. Örneğin, ZKL3 (4884 m/s), ZKL6 (4584 m/s) ve ZKL15 (4808 m/s) gibi karışımlar önemli artışlar göstermiştir. Bu yüksek hız değerleri, zebra türü midye kabuğu külünün puzolanik aktivitesi sayesinde harç matrisindeki boşluk yapısını doldurarak ve ek kalsiyum silikat hidrat (C-S-H) jeli oluşturarak daha yoğun ve geçirimsiz bir yapı oluşturduğunu düşündürmektedir. Bu durum, önceki basınç dayanımı sonuçlarıyla da uyumludur (Naganathan & Tan, 2013; Wang vd., 2013).

4. Sonuç

Bu çalışmada tatlı su zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) kabuklarının kül formunda çimento esaslı kompozitlerde kullanılabilirliği araştırılmış ve elde edilen bulgular, katkı oranının taze ve sertleşmiş özellikler üzerinde belirleyici olduğunu göstermiştir. Kül oranı arttıkça işlenebilirlik azalırken, düşük ve orta düzey ikamelerde (özellikle %6–%9) yoğunluk değerleri kontrol karışımına yakın kalmış, 28 ve 90 günlük kürlerde basınç ve eğilme dayanımlarında iyileşmeler gözlenmiştir. Buna karşın yüksek oranlarda (%12 ve üzeri) hem işlenebilirlik hem de özellikle erken yaş dayanımında düşüşler belirginleşmiştir. Schmidt çekici ve ultrasonik ses hızı ölçümleri ise orta düzey katkılarda kompozitlerin daha kompakt bir mikro yapıya sahip olduğunu ortaya koymuştur. Genel olarak zebra midye kabuğu külü, çimento esaslı kompozitlerde optimum olarak %6–%9 aralığında kullanıldığında dayanım özelliklerini

destekleyici bir katkı sağlamakta, böylece istilacı bir türün atık kabukları döngüsel ekonomiye kazandırılarak sürdürülebilir yapı malzemesi geliştirilmesine katkı sunmaktadır

Teşekkür

Bu çalışmayı 123M756 numaralı araştırma projesi ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Azarian, M. H., vd. (2022). Biogenic calcium carbonate derived from waste shells for advanced material applications: A review. *Frontiers in Materials*. <https://doi.org/10.3389/fmats.2022.841206>
- Hadjadj, M., vd. (2024). The effect of using seashells as cementitious bio-material in mortar. *Construction and Building Materials*, 411, 133307. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.133307>
- International Energy Agency (IEA). (2023a). *Cement – Analysis*. IEA. <https://www.iea.org/reports/cement>
- International Energy Agency (IEA). (2023b). *Breakthrough Agenda Report – Cement*. IEA. <https://www.iea.org/reports/breakthrough-agenda-report-2023>
- Jaskulski, R., vd. (2020). Calcined clay as supplementary cementitious material. *Materials*, 13(21), 4771. <https://doi.org/10.3390/ma13214771>
- Lertwattanaruk, P., Makul, N., & Siripattarapavat, C. (2012). Utilization of ground waste seashells in cement mortars for masonry and plastering. *Construction and Building Materials*, 26(1), 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.05.003>
- Shao, J., vd. (2025). A review of LC3: Performance, sustainable applications, and low-carbon characteristics. *Coatings*, 15(1), 23. <https://doi.org/10.3390/coatings15010023>
- Tayeh, B. A., vd. (2020). Durability and mechanical properties of seashell partially replaced cement mortar. *Construction and Building Materials*, 262, 120094. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120094>
- Valín Fernández, M., vd. (2024). Mechanical properties of mortar with clam shells (calcined & uncalcined) at 5–10% replacements. *Applied Sciences*, 14(5), 2345. <https://doi.org/10.3390/app14052345>
- Zebra Mussel Shells as an Alternative Mineral Resource for Lime Production. (2022). *Journal of Cleaner Production*, 351, 131567. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131567>
- Zhu, Y., vd. (2024). Properties of cementitious materials utilizing seashells: A review. *Materials*, 17(2), 341. <https://doi.org/10.3390/ma17020341>
- Bungey, J. H., and Millard, S. (1996). "Testing of concrete in structure, third edition". University of Liverpool: Blackie Academic & Professional
- Hasan, K., Karim, A., Islam, M. T., & Yahaya, F. M. (2023). A review of the mechanical properties and durability of concrete containing recycled seashells as a partial cement replacement. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 25(5), 1795–1810. <https://doi.org/10.1007/s10163-023-01795-5>
- Liu, Y.-W. (2024). Effect of waste oyster shell powder as additive on properties and sulfate attack resistance of mortar. *Revista de la Construcción*, 23(2), 164–176.
- Liu, Z., Wang, W., Wang, Y., & Chen, G. (2024). Properties of cementitious materials utilizing seashells as aggregate or cement: Prospects and challenges. *Coatings*, 14(3), 310. <https://doi.org/10.3390/coatings14030310>
- Schmidt, Ernst, "A Nondestructive Concrete Tester." *Concrete*, Vol. 59, No. 8, pp. 34-35 (August 1951). Also in *Indian Concrete Journal*, Vol. 25, No. 11, pp. 243-244 (November 1951).

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MOLLUSK TÜRLERİ ÜZERİNDEKİ EKOFİZYOLOJİK VE EKOLOJİK ETKİLERİ

Prof. Dr. Hülya ŞEREFİLİŞAN

İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği
Bölümü, İskenderun, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-2510-3714

Dr. Ahmet ALKAYA

İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği
Bölümü, İskenderun, Türkiye

ORCID ID: 000-0003-2117-7799

Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
Bölümü, İskenderun, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-6268-4909

Doç. Dr. Kerim Emre ÖKSÜZ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,
Sivas, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7424-5930

ÖZET

İklim değişikliği, küresel ekosistemlerin yapısal ve işlevsel bütünlüğünü tehdit eden başlıca çevresel süreçlerden biridir. Artan sıcaklıklar, düzensiz yağış rejimleri, ekstrem hava olayları ve hidrolojik değişimler; sucul ekosistemlerde ciddi biyotik ve abiyotik stresler oluşturmaktadır. Bu durumdan en fazla etkilenen gruplardan biri, ekolojik ve ekonomik açıdan büyük öneme sahip *Mollusk* filumudur. *Bivalvia*, *Gastropoda* ve *Cephalopoda* sınıflarına ait türler; su kalitesinin korunması, organik madde döngüsü ve trofik etkileşimlerin sürdürülmesi gibi temel ekosistem işlevlerinde kilit roller üstlenmektedir. Ancak iklim değişikliğine bağlı okyanus asitlenmesi, sıcaklık artışları, oksijen azalması ve habitat kayıpları, bu organizmaların fizyolojik tolerans sınırlarını zorlayarak popülasyon dinamiklerinde bozulmalara yol açmaktadır. Özellikle kalsiyum karbonat kabuğa sahip türlerde kalsifikasyon bozuklukları, gastropodlarda gelişimsel anomaliler ve sefalopodlarda solunum verimliliğinde azalma gözlenmektedir. Tatlı su sistemlerinde artan kuraklık ve antropojenik su kullanımı, özellikle unionid midyelerde popülasyon azalması ve lokal yok oluş risklerini artırmaktadır. Bu fizyolojik ve ekolojik baskılar, tür dağılımlarında kaymalara, biyoçeşitlilik kayıplarına ve istilacı türlerin baskınlaşmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak, iklim değişikliğinin mollusk türleri üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi için türe özgül termal ve kimyasal tolerans eşiklerinin belirlenmesi, habitat restorasyonu ve çevresel akış rejimlerinin ekofizyolojik gereksinimlere göre düzenlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, istilacı türlerin baskısını azaltacak entegre ve çok ölçekli adaptif yönetim stratejilerinin geliştirilmesi, mollusk topluluklarının ekolojik dayanıklılığının korunması ve sucul ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından kritik bir öncelik taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Mollusk, ekofizyoloji, kalsifikasyon, asitlenme, hipoksi, biyoçeşitlilik, ekosistem hizmetleri, adaptif yönetim

ECOPHYSIOLOGICAL AND ECOLOGICAL EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON MOLLUSC SPECIES

ABSTRACT

Climate change represents one of the most significant environmental processes threatening the structural and functional integrity of global ecosystems. Rising temperatures, irregular precipitation regimes, extreme weather events, and hydrological alterations have created profound biotic and abiotic stressors within aquatic ecosystems. Among the groups most affected are mollusks (*Mollusca*), which possess high ecological and economic importance. Species belonging to the classes *Bivalvia*, *Gastropoda*, and *Cephalopoda* play key roles in maintaining water quality, regulating organic matter cycling, and sustaining trophic interactions. However, ocean acidification, temperature rise, oxygen depletion, and habitat degradation associated with climate change increasingly challenge the physiological tolerance limits of these organisms, leading to disruptions in population dynamics. Notably, calcium carbonate-shelled species exhibit calcification impairments, gastropods display developmental anomalies, and cephalopods show reduced respiratory efficiency. In freshwater systems, intensified drought and anthropogenic water use have amplified population declines and local extinction risks, particularly among unionid mussels. These physiological and ecological stressors have collectively resulted in range shifts, biodiversity losses, and the proliferation of invasive species. In conclusion, mitigating the adverse impacts of climate change on mollusk species requires the identification of species-specific thermal and chemical tolerance thresholds, the restoration of degraded habitats, and the regulation of environmental flow regimes in accordance with ecophysiological requirements. Furthermore, the development of integrated and multi-scale adaptive management strategies aimed at reducing the pressure of invasive species is essential to ensure the ecological resilience of mollusk communities and the long-term sustainability of aquatic ecosystem services.

Keywords: Climate change, Mollusca, ecophysiology, calcification, acidification, hypoxia, biodiversity, ecosystem services, adaptive management

1. GİRİŞ

İklim değişikliği, ekosistemler üzerinde geniş kapsamlı, derin ve kalıcı etkiler oluşturmaktadır. Özellikle 20. yüzyılın ortalarından itibaren gözlenen küresel sıcaklık artışı, atmosferdeki sera gazı birikiminin hızlanması, yağış rejimlerindeki düzensizlikler ve aşırı hava olaylarının sıklığındaki belirgin artış, ekosistemlerin hem yapısal bütünlüğünü hem de işlevsel

dinamiklerini önemli ölçüde dönüştürmüştür. Bu süreç; tür dağılımlarında kaymalar, biyolojik çeşitlilikte azalma, karbon ve besin döngülerinde bozulmalar ile birlikte ekosistem hizmetlerinin sürekliliğini tehdit etmektedir (Doney ve ark., 2020; Moree ve ark., 2025). İklim değişikliği, özellikle tatlı su habitatlarında biyolojik çeşitlilik için en önemli tehditlerden biri olarak kabul edilmektedir (Heino ve ark., 2009; Reid ve ark., 2019; Sabater ve ark., 2023). İklim değişikliğine kuraklık (yani normalden daha uzun süreli kuraklık koşulları, çoğunlukla artan sıcaklıklarla birlikte) gibi aşırı hava olayları da dahil edilmektedir. Önümüzdeki yıllarda, kuraklıkların sıklığı ve şiddetinin dünyanın birçok yerinde artmaya devam edeceği tahmin edilmektedir. Artan insan kaynaklı su kullanımıyla birleşen kuraklık koşulları, özellikle nehir ekosistemlerinde kuraklık belirtilerinin sinerjik bir şekilde hareket edebilmesi nedeniyle, ilgili tatlı su ekosistemlerindeki kritik durumları daha da kötüleştirecektir (Wild ve ark., 2023). Dolayısıyla, sulama nedeniyle yönetim uygulamaları ve hidrolojik değişiklikler yapay kuraklık koşullarına neden olabilmekte ve yok oluşlara yol açabilmektedir (Araujo ve ark., 2016). Ayrıca, hidrolojik değişiklikler yakın zamanda tatlı su midyelerinin korunmasına yönelik en endişe verici yeni tehditlerden biri olarak tanımlanmıştır (Aldridge ve ark., 2023).

Mollusk filumu, Bivalvia (midyeler, istiridyeler), Gastropoda (salyangozlar) ve Cephalopoda (ahtapotlar, kalamarlar, mürekkep balıkları) gibi çeşitli sınıfları kapsayan, yaklaşık 85.000 tanımlı tür ile hayvanlar âleminin en büyük filumlarından birini oluşturmaktadır (Bouchet ve ark., 2017). Bu canlılar, okyanuslardan tatlı su sistemlerine ve karasal habitatlara kadar geniş bir alanda dağılım göstererek ekosistemlerin yapısal ve işlevsel dinamiklerinde kilit roller üstlenmektedir. Örneğin, bivalvler filtreleme aktiviteleri sayesinde su kalitesini düzenlerken, gastropodlar detritus (organik madde parçalanması) döngüsüne katkı sağlamakta, cephalopodlar ise yüksek trofik seviyelerde önemli av-yırtıcı etkileşimlerini sürdürmektedir (Gosling, 2015; Doubleday ve ark., 2016). Bununla birlikte, iklim değişikliğinin tetiklediği sıcaklık artışları, okyanus asitlenmesi, oksijen azalışı ve habitat kayıpları, molluskların popülasyon dinamikleri, dağılım alanları ve ekosistem işlevleri üzerinde derin etkiler yaratmaktadır (Kroeker ve ark., 2013). Bu etkiler karşısında türler fizyolojik, morfolojik ve davranışsal açıdan etkilenmektedir. Özellikle kalsiyum karbonat kabuğa sahip türler, asidifikasyona bağlı kalsifikasyon bozukluklarına karşı savunmasızdır; cephalopodlar gibi metabolik açıdan aktif türler ise artan sıcaklıklara ve hipoksik koşullara karşı yüksek duyarlılık göstermektedir (Rosa & Seibel, 2008). Sonuç olarak, mollusk filumunun ekolojik önemini ve iklim değişikliğine karşı kırılganlığını incelemek, hem biyoçeşitliliğin korunması hem de

ekosistem sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından kritik bir araştırma alanı olarak öne çıkmakta ve anlaşılması gerekmektedir.

2. MOLLUSK FİLUMUNUN EKOLOJİK ÖNEMİ

Bivalvia sınıfına ait midyeler ve istiridyeler, sucul ekosistemlerde filtreleme kapasiteleri sayesinde besin döngüsünün düzenlenmesinde kritik rol üstlenmektedir. Bu canlılar, suda askıda bulunan organik partiküller, fitoplankton ve inorganik maddeleri filtreleyerek yalnızca bireysel beslenmelerini sağlamaz, aynı zamanda suyun berraklığını ve kalitesini artırarak ekosistem işlevselliğine doğrudan katkıda bulunurlar (Newell, 2004). Tatlı su midyeleri, örneğin *Unio terminalis* ve istilacı bir tür olan *Dreissena polymorpha* (zebra midyesi), enerji akışı ve madde döngüsünde köprü görevi görerek birincil üreticiler ile yüksek trofik seviyelerdeki tüketiciler arasındaki bağlantıları düzenlemektedir (Sousa ve ark., 2014). Dolayısıyla, midyeler habitatlarını şekillendirmede ve sürdürmede hayati bir rol oynadıkları ve böylece ekosistemlerin biyolojik çeşitliliğini ve işleyişini etkiledikleri için genellikle ekosistem mühendisleri olarak kabul edilmektedirler. Ayrıca, yoğun yataklar veya resifler oluşturarak, algler, omurgasızlar ve balıklar da dahil olmak üzere çok çeşitli organizmalar için barınak ve alt tabaka sağlayan karmaşık fiziksel yapılar oluşturmaktadırlar (Henderson & Christian, 2022). Buna ek olarak, midyeler filtre beslenme davranışlarıyla su kalitesini artırmakta, askıda kalan parçacıkları ve besinleri uzaklaştırmakta, bu da ışık penetrasyonunu iyileştirerek su bitkilerinin büyümesini desteklemektedir (Thorp & Rogers, 2014). Filtreleme aktiviteleri sayesinde bivalvler, su ekosistemlerinde nitrojen ve fosfor gibi besin elementlerinin dolaşımını kontrol eder; bu da fitoplankton dinamikleri, birincil üretim ve trofik ilişkiler üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır (Gutierrez ve ark., 2003). Dolayısıyla, bivalvler yalnızca habitat mühendisleri olarak değil, aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesinde ve ekosistem hizmetlerinin devamlılığında temel biyotik bileşenler olarak görev yapmaktadır.

Mollusk türleri, özellikle kabukları kalsiyum karbonat (CaCO_3) içeren bivalvia üyeleri, küresel karbon döngüsünde ve uzun vadeli karbon depolama süreçlerinde kilit bir rol oynamaktadır. Kabuk biyomineralizasyonu sürecinde bu organizmalar, çevredeki su sütunundan kalsiyum (Ca^{2+}) ve karbonat (CO_3^{2-}) iyonlarını biyolojik olarak birleştirerek kalsiyum karbonat kabuklar üretmektedir. Bu süreç, hem çözünmüş inorganik karbonun biyolojik formlara dönüştürülmesine hem de karbonun geçici olarak biyotik rezervuarlarda tutulmasına olanak sağlamaktadır (Ries ve ark., 2009). Ayrıca, kabukların ölüm sonrası sedimantasyon yoluyla tortul tabakalarda birikmesi, okyanus karbon döngüsünün uzun vadeli karbon depolama (long-term carbon sequestration) mekanizmalarından birini temsil etmektedir (Bernier, 2004). Bu

biyogenik CaCO_3 birikimi, karbonun jeolojik zaman ölçeklerinde tutulmasını sağlayarak atmosferik CO_2 seviyelerinin dengelenmesine dolaylı katkı sunmaktadır (Elderfield, 2006). Dolayısıyla, mollusk filumunun karbon döngüsündeki bu ekosistem hizmeti, iklim değişikliği bağlamında hem biyolojik hem de jeokimyasal açıdan stratejik öneme sahiptir.

Mollusklar, deniz ve tatlı su ekosistemlerinde temel besin kaynaklarından biri olarak ekosistemlerin trofik yapısının sürdürülebilirliğinde kritik bir rol oynamaktadır. Birçok balık türü, deniz kuşu, kabuklu avcı ve memeli için yüksek protein ve enerji içeriğine sahip bir besin kaynağı olan mollusklar, trofik ağın farklı seviyeleri arasında enerji ve madde akışını desteklemektedir (Gutierrez ve ark., 2003). Özellikle bentik ortamlarda yaşayan bivalv ve gastropod türleri, hem primer tüketiciler hem de enerji transferinde ara basamaklar olarak ekosistem dengesinin korunmasına katkıda bulunmaktadır (Vaughn & Hakenkamp, 2001). Cephalopodlar (örneğin ahtapotlar, kalamarlar ve mürekkep balıkları), yüksek trofik seviyelerde yer alan aktif avcılar olarak deniz ekosistemlerinde kilit biyolojik bileşenlerdir. Bu grup, hem zooplankton ve küçük balıklarla beslenerek alt trofik seviyelerde enerji transferini sağlar hem de kendi popülasyonları, ton balığı, morina, deniz kuşları ve deniz memelileri gibi üst düzey predatörler için önemli bir besin kaynağı oluşturmaktadır (Boyle & Rodhouse, 2005). Dolayısıyla, mollusklar, yalnızca besin ağında merkezi bir enerji bağlantısı kurmakla kalmaz, aynı zamanda ekosistemlerin fonksiyonel istikrarının devamı açısından da vazgeçilmezdir.

Bazı mollusk türleri, ekosistem mühendisleri olarak işlev görerek habitat yapısını değiştirme, kaynak dağılımını etkileme ve diğer organizmalar için yeni yaşam alanları oluşturma kapasitesine sahiptir. Özellikle bivalvler tarafından oluşturulan midye resifleri ve istiridye yatakları, hem fiziksel habitat heterojenliğini artırır hem de birçok bentik organizma için barınma ve beslenme alanı sağlamaktadır (Verma ve ark., 2025). Bu yapılar, sediman stabilizasyonu, besin döngüsünün düzenlenmesi ve suyun filtrelenmesi gibi ekosistem süreçlerine doğrudan katkı sunarak biyolojik çeşitliliğin korunmasında önemli bir rol oynamaktadır (Newell, 2004). Ayrıca, bazı bivalv ve gastropod türleri, deniz çayırları (*Posidonia oceanica*, *Zostera marina* gibi) ve mercan resifleri ile simbiyotik veya komensal ilişkiler kurarak ekosistemler arası bağlantıları güçlendirmektedir. Bu karşılıklı etkileşimler, hem karbon depolama hem de habitat istikrarı açısından ekosistem dayanıklılığını artırmaktadır (Gutierrez ve ark., 2011). Dolayısıyla, mollusk türlerinin ekosistem mühendisliği işlevi, yalnızca biyoçeşitliliğin artmasına değil, aynı zamanda ekosistemlerin çevresel değişimlere karşı direnç kapasitesinin korunmasına da katkıda bulunmaktadır.

3. EKOFİZYOLOJİK ETKİLER

3.1. Sıcaklık Artışı ve Termal Stres Etkisi

İklim değişikliği, kutuplardan tropikal bölgelere kadar belirgin etkilerle ekosistemlerde değişikliklere neden olmaktadır. Küresel ısınmanın kitlesel ölümlere, artan hastalıklara, hipoksiye, mercan beyazlamasına, tür istilalarına, planktonik besin ağı dinamiklerinde fenolojik kaymalara, oksijen taşınmasında fizyolojik sınırlamalara ve metabolizma maliyetlerinde artışa neden olduğu düşünülmektedir (Compton ve ark., 2010). Mollusklar, ektotermik (soğukkanlı) organizmalar olmaları nedeniyle çevresel sıcaklıklardaki değişimlere doğrudan duyarlıdır. Bu nedenle, küresel sıcaklık artışları molluskların fizyolojik süreçleri, yaşam döngüsü ve ekolojik işlevleri üzerinde belirgin etkiler yaratmaktadır (Byrne, 2011; Kroeker ve ark., 2013). Artan sıcaklıklar, metabolik hızın yükselmesine yol açarak enerji gereksinimini artırmakta; bu durum özellikle besin arzının sınırlı olduğu koşullarda büyüme, üreme başarısı ve kabuk gelişimi gibi süreçlerin olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir (Peck ve ark., 2009).

Sıcaklık stresine bağlı fizyolojik maliyetler, bazı türlerde coğrafi dağılım kaymalarına ve habitat tercihlerinde değişimlere yol açmaktadır. Özellikle sıcaklık toleransı dar olan türler, daha yüksek enlemlere veya derin su tabakalarına göç etme eğilimi göstermekte; bu da tür kompozisyonunda ve ekosistem dinamiklerinde önemli dönüşümlere neden olmaktadır (Somero, 2010; Sunday ve ark., 2012). Tatlı su midyeleri gibi bentik organizmalar açısından ise artan su sıcaklıkları çözünmüş oksijen seviyelerinin azalmasına neden olarak habitat uygunluğunu düşürmektedir. Bu durum, hem solunum etkinliğini hem de filtrasyon kapasitesini sınırlayarak ekosistem hizmetlerinin devamlılığını tehdit etmektedir (Spooner & Vaughn, 2008; Pandolfo ve ark., 2010). Dolayısıyla, sıcaklık artışlarının mollusk popülasyonları üzerindeki ekofizyolojik baskıları, yalnızca bireysel düzeyde değil, aynı zamanda ekosistem ölçeğinde de zincirleme etkiler yaratmaktadır. Ayrıca, artan sıcaklıklar ve düşen pH seviyeleri bir araya geldiğinde metabolik stres daha da yoğunlaşmaktadır. Bu koşullar, enerji bütçesinin kabuk onarımı ve asit-baz dengesinin korunmasına yönelmesine neden olup; bu da büyüme, üreme ve bağışıklık sistemine ayrılacak enerjinin azalmasına yol açmaktadır (Wood ve ark., 2008). Cephalopodlar gibi yüksek metabolik oranlara sahip türlerde bu fizyolojik baskı, solunum verimliliğinin düşmesi ve oksijen taşıma kapasitesinin azalmasıyla sonuçlanabilmektedir (Rosa & Seibel, 2008).

İstiridye, midye ve deniz tarağı gibi çift kabuklular önemli bir hayvansal protein kaynağıdır ve insanlar tarafından tüketilen ortalama proteinin %14-16'sını sağlamaktadır. Larvadan yavruya ve erginlere kadar çift kabuklu yumuşakçalar üzerindeki ısı stresinin etkisi kapsamlı bir şekilde

belgelenmiş ve çiftlik çift kabuklu yumuşakçalarında küresel kitlesel ölümlerin önde gelen nedenidir (McFarland ve ark., 2016; Ortega ve ark., 2016). Bu bağlamda, sıcaklık artışına bağlı iklim değişikliği deniz ekosistemleri ile ekolojik ve ekonomik açıdan hayati önem taşıyan çift kabuklular dahil olmak üzere deniz canlılarının hayatta kalması için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Çift kabuklular, biyolojik organizasyonun çeşitli düzeylerinde sıcaklık stresinden kaynaklanan zararlara karşı hassastır ve büyümeleri yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilenebilmekte, bu da potansiyel olarak toplu ölümlere yol açabilmekte ve ekosistem kalitesi ile gıda güvenliği için bir tehdit oluşturmaktadır (Masanja ve ark., 2023). Küresel ısınma, kabuklu su ürünleri yetiştiriciliği türlerinde kabuk üretmek için gerekli karbonatın azalması nedeniyle gelecekte zorluklar yaratacaktır (Lee ve ark., 2021).

Sıcaklık artışları, yumuşakçaların (Mollusk) metabolik hızlarını önemli ölçüde etkileyerek oksijen tüketiminde ve enerji gereksinimlerinde artışa yol açmaktadır. Metabolik hız, çevresel sıcaklığa duyarlı bir parametredir ve genellikle sıcaklığın her 10°C artışında iki katına çıkma eğilimi göstermektedir. Stickle & Bayne (1987) tarafından *Mytilus edulis* üzerinde yapılan klasik çalışmada, su sıcaklığındaki artışın oksijen tüketim hızını yükselttiği ve buna bağlı olarak enerji bütçesinin yeniden düzenlendiği belirlenmiştir. Bu durum, organizmaların enerji kaynaklarını büyüme ve üreme yerine stresle başa çıkma mekanizmalarına yönlendirmesine neden olmaktadır. Benzer şekilde, *Mytilus galloprovincialis* ve *Crassostrea gigas* türleri üzerinde yapılan güncel çalışmalar, uzun süreli sıcaklık artışlarının aerobik kapasiteyi zorladığını, mitokondriyal işlevleri baskıladığını ve metabolik depresyon tepkilerini tetiklediğini göstermektedir (Anestis ve ark., 2014). Dolayısıyla, iklim değişikliğine bağlı sıcaklık dalgalanmaları, yumuşakçaların enerji bütçesinde kalıcı değişimlere yol açarak ekosistem düzeyinde üretkenliği ve tür dağılımını etkileyebilmektedir.

Artan çevresel sıcaklıklar, yumuşakçaların üreme fizyolojisi, gametogenezi ve larval gelişim süreçlerini doğrudan etkileyen önemli bir çevresel stres faktörüdür. Byrne (2011), deniz yumuşakçalarının iklim değişikliği bağlamında üreme ve gelişim süreçlerini kapsamlı biçimde incelemiş ve yüksek sıcaklıkların embriyonik gelişimi hızlandırırken larval mortalite oranlarını artırdığını bildirmiştir. Bu durum, özellikle erken yaşam evrelerinde enerji talebinin artması ve gelişimsel anomalilerin ortaya çıkmasıyla ilişkilendirilmektedir. Ekonomik ve ekolojik açıdan önemli mollusk türlerinde yapılan deneysel çalışmalar, artan sıcaklık ve düşük pH koşullarının gamet olgunlaşmasını geciktirdiğini, döllenme başarısını düşürdüğünü ve larval kabuk oluşumunda deformasyonlara neden olduğunu göstermektedir (Gazeau ve ark., 2013).

3.2. Okyanus Asidifikasyonu ve Etkileri

Günümüzün okyanus yüzeyi kalsiyum karbonat açısından doymuş durumda olup, ancak artan atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonları okyanus pH'ını ve karbonat iyonu konsantrasyonlarını ve dolayısıyla kalsiyum karbonat doygunluk seviyesini düşürmektedir. Bu eğilimler devam ederse önemli deniz canlılarının dış kalsiyum karbonat iskeletlerini korumakta zorluk çekeceğini göstermektedir. Atmosferdeki karbondioksit (CO_2) konsantrasyonundaki artış, deniz suyunda çözünerek karbonik asit (H_2CO_3) oluşumuna yol açmakta; bu süreç, okyanusların pH seviyesini düşürerek okyanus asitlenmesi olarak adlandırılan küresel bir çevresel değişime neden olmaktadır (Orr ve ark., 2005). Ayrıca, pH değerindeki bu azalma, kalsiyum karbonatın (CaCO_3) çözünürlüğünü artırarak, kabuk oluşturan organizmaların kalsifikasyon sürecini önemli ölçüde zorlaştırmaktadır (Gazeau ve ark., 2007). Okyanus asitlenmesi (OA), hızla artan insan kaynaklı CO_2 emisyonlarının asidik etkisi ile kıtasal kaya ve karbonat deniz tortularının ayrışması nedeniyle oluşan yavaş tamponlama tepkisi arasındaki dengesizlik olarak tanımlanmakta ve deniz sularının asitliğinin artmasına neden olmaktadır. Deniz çift kabukluları, hemolenflerinin (kan) iyonik dengesini ve pH'ını sınırlı bir şekilde düzenleyebildikleri için OA'ya duyarlı görünmektedir ve belirli, kısa ömürlü yaşam öyküsü evrelerinde akut hassasiyetler, yaşamın ilerleyen dönemlerinde devam eden etkilere neden olabilmektedir. Düşük pH seviyeleri, özellikle kalsiyum karbonat bazlı kabuklara sahip bivalvia üyelerinde (örneğin midyeler ve istiridyeler) kabuk erozyonuna, mineral yoğunluğunun azalmasına ve büyüme hızının düşmesine neden olmaktadır (Waldbusser ve ark., 2015). OA stresi altındaki çift kabuklu yumuşakçalarda yaygın olarak görülen kabuk çözünmesi ve aşınması, yapısal bütünlüğün kaybı ve azalmış kristalografik kontrol (Leung ve ark., 2022), kabuk bozulma çizgilerinin ve anormal büyüme modellerinin oluşumunu tetikleyebilmekte ve kronoloji oluşturmaya zorlaştırmaktadır (Höche ve ark., 2023). Ayrıca, larval ve juvenil dönemlerdeki fizyolojik hassasiyet, metabolik dengesizlik ve iyon regülasyonundaki bozulma nedeniyle ölüm oranlarının artmasına yol açmaktadır (Thomsen ve ark., 2013).

Okyanus asitlenmesinin ekosistem düzeyindeki etkileri de göz ardı edilmemeli ve buna bağlı istiridye ile midye resiflerinin yapısal dayanıklılığının azalması, yalnızca bu türlerin popülasyonlarını değil, aynı zamanda bu habitatlara bağımlı diğer organizmaları da olumsuz etkilemektedir. Bu süreç, biyoçeşitlilik kayıplarına ve ekosistem hizmetlerinin zayıflamasına neden olmaktadır (Gazeau ve ark., 2013). OA, birçok deniz yumuşakçanın asit-baz dengesini koruyup düzenlemesini ve kalsiyum karbonat kabuklar oluşturmalarını enerji açısından daha maliyetli hale getirecektir. Buna ek olarak, olası sonuçlar arasında kabuk büyümesinin azalması

ve kabuk deformasyonunun ve çözünmesinin artması yer almaktadır (Parker ve ark., 2024). Ayrıca, birçok deniz yumuşakçası üreme için daha az enerjinin mevcut olduğu enerjisel takaslar olacağı ve bunun gonad gelişimini etkileyebileceği, döllenmeyi azaltabileceği ve yavru üretiminin azalmasına yol açabilecek cinsiyet belirlemede değişikliklere neden olabileceği öngörülmektedir (Parker ve ark., 2018). Son yıllarda, kabuklu yumuşakça popülasyonlarında ciddi düşüşler bildirilmiştir. Britanya Kolombiyası kıyılarında her yıl yapılan araştırmalar, 1978'den bu yana bazı popülasyonlarda %80'e varan bir düşüş olduğunu göstermiştir (Hankewich & Lessard 2006). Ayrıca, ABD'nin kuzeybatı kıyısındaki kuluçkahanelerde, istiridye larvalarının hayatta kalma oranında 2005'ten bu yana her yıl bir düşüş görülmektedir. Bu durum, asitlenmiş derin suların kıyıya doğru yükselmesi ve buna bağlı olarak kıyıya yakın okyanus asitlenmesiyle bağlantılı görünmektedir (Barton ve ark. 2012). Okyanus asitlenmesi, ekolojik ve ekonomik açıdan önemli kabuklu yumuşakçalar için bir tehdit oluşturmaktadır. Okyanus asitlenmesi nedeniyle tür sayısı ve popülasyon yoğunluğundaki kayıplar, habitat yeniden yapılanmasına, besin ağlarındaki değişikliklere, insan toplumu için deniz kaynaklarının kaybına ve kabuklu yumuşakçalarla ilgili endüstrilerde çalışanlar için iş kayıplarına yol açacaktır (Newell 2004).

3.3. Hipoksi ve Kirlilik Stresi Etkisi

İklim değişikliğinin dolaylı etkilerinden biri olan hipoksi (çözünmüş oksijen seviyelerinin azalması), hem tatlı su hem de denizel mollusk türlerinde metabolik süreçlerin verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Oksijen azlığı, özellikle enerji metabolizması ve solunum etkinliğini kısıtlayarak büyüme, üreme ve kabuk gelişimi üzerinde baskı oluşturmaktadır (Vaquer-Sunyer & Duarte, 2008). Bu durum, özellikle durağan veya taban suyu oksijeni düşük olan ekosistemlerde yaşayan bivalvler için kritik öneme sahiptir; uzun süreli hipoksi, dokularda laktik asit birikimi, enerji rezervlerinin tükenmesi ve üreme başarısında azalma gibi fizyolojik etkilerle sonuçlanmaktadır (Wang ve ark., 2012). Hipoksiye maruz kalmak, deniz canlılarında öldürücü ve öldürücü olmayan etkilere yol açabilmektedir. Örneğin, düşük çözünmüş oksijene maruz kalan deniz ektotermi, solungaç havalandırma aktivitesini (solunum hızı) artırarak aerobik solunum için gereken oksijeni emebilir veya aerobik solunumu azaltarak enerji üretimi için laktik asit fermantasyonu yoluyla glikolize geçebilmektedir (Belivermiş ve ark., 2023). Küresel iklim değişikliği ve kıyılardaki biyolojik oksijen tükenmelerinin bir sonucu olarak, hipoksi olaylarının yaygınlığı ve sıklığı son on yılda dünya çapında artmıştır. Öte yandan, antropojenik CO₂ emisyonları ve bunun sonucunda deniz yüzeyinde birikme, okyanus asitlenmesi olarak bilinen pH düşüşü de dahil olmak üzere deniz suyu karbonat sisteminde bir

bozulmaya neden olmaktadır. Düşük pH ve düşük çözünmüş oksijen kombinasyonuna maruz kalan midyelerde, temizlenme ve oksijen tüketim oranları, toplam hemosit sayısı, hemosit canlılığı ve gen ekspresyonu açısından öldürücü olmayan etkiler gözlenmiştir. Genel olarak, düşük pH tek başına test edilen tüm fizyolojik parametrelerde bir düşüşe yol açarken, düşük çözünmüş oksijen tek başına, hemosit parametrelerinde düşüşe ve karbonhidrat içeriğinde artışa neden olmuştur (Belivermiş ve ark., 2023).

İklim değişikliğine bağlı olarak artan hipoksi gibi stres faktörleri, molluskların enerji bütçesi üzerinde karmaşık etkiler yaratmaktadır. Enerji bütçesi, organizmanın aldığı enerjinin (beslenme yoluyla) solunum, büyüme, üreme ve savunma süreçleri arasında nasıl paylaştırıldığını tanımlamaktadır. Sıcaklık artışı metabolik talepleri yükseltirken, düşük oksijen seviyeleri enerji üretim verimliliğini azaltmakta ve oksidatif stres tepkilerini tetiklemektedir (Sokolova ve ark., 2012). Bu koşullar altında mollusklar, enerji tasarrufu sağlayan metabolik depresyon mekanizmalarını devreye almaktadır. Bu süreç, mitokondriyal solunumun azaltılması ve ATP üretiminin sınırlanmasıyla enerji talebinin düşürülmesini sağlamaktadır (Ivanina & Sokolova, 2013). Ancak uzun vadede bu durum, büyüme oranlarının azalmasına, üreme başarısının düşmesine ve ekosistem fonksiyonlarının zayıflamasına neden olacaktır. Ayrıca, denizel türlerde (örneğin *Crassostrea gigas* ve *Mytilus galloprovincialis*) yapılan deneysel çalışmalar, yüksek sıcaklık ve düşük pH koşullarında enerji metabolizmasında lipid ve protein katabolizmasının arttığını, bu durumun oksidatif hasarı yükselterek hücresel dayanıklılığı azalttığını göstermektedir (Li ve ark., 2019). Dolayısıyla, iklim değişikliğinin getirdiği çevresel stresörler, molluskların enerji ekonomisini yeniden yapılandırmakta ve popülasyon dinamiklerinde kalıcı ekofizyolojik değişimlere yol açmaktadır.

Buna ek olarak, kirlilik ve ötrofikasyon süreçleri de mollusk popülasyonlarını tehdit eden önemli çevresel stres faktörleridir. Özellikle tarımsal ve endüstriyel kaynaklı besin girdilerinin artması, tatlı su ekosistemlerinde alg patlamalarına ve buna bağlı olarak gece hipoksisi olaylarının sıklaşmasına neden olmaktadır (Conley ve ark., 2009). Alg yoğunluğundaki artış, suyun bulanıklığını artırarak fitoplankton-mollusk etkileşimini bozar; aynı zamanda toksik alg türlerinin çoğalması yoluyla bireysel düzeyde ölüm oranlarını yükseltir. Bu süreç, molluskların habitat uygunluğunu azaltmakta ve özellikle *Dreissena* ve *Unio* türlerinde popülasyon çöküşlerine neden olabilmektedir (Aldridge ve ark., 2014).

4. EKOLOJİK ETKİLER

4.1. Tür Dağılımı ve Biyoçeşitlilik

İklim değişikliği, ekosistemlerde sıcaklık, tuzluluk ve su rejimlerinde meydana gelen değişimler yoluyla birçok yumuşakça türünün coğrafi dağılımını yeniden şekillendirmektedir. Türler, yaşadıkları habitat koşulları uygun olmadığında daha elverişli çevresel koşullara sahip bölgelere göç etme eğilimi göstermektedir. Artan sıcaklıklar, özellikle sıcaklığa toleranslı tropikal mollusk türlerinin ılıman kuşaklara doğru yayılımını kolaylaştırmakta, bu da bölgesel tür bileşimlerinde önemli değişikliklere yol açmaktadır (Sunday ve ark., 2012). Küresel ısınma, yumuşakça türlerinin coğrafi dağılımlarını ve habitat tercihlerini önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Helmuth ve arkadaşları (2002), intertidal bölgelerde yaşayan yumuşakçaların termal stres altındaki dağılımlarını incelemiş ve artan sıcaklıkların bazı türlerin dağılım alanlarını daha kuzeye kaydırırken, bazı popülasyonların ise azaldığını bildirmiştir. Dolayısıyla, ekosistemlerde habitat oluşturmuş molluskların iklim değişikliğine karşı coğrafi dağılımındaki değişiklikler, en yaygın tepkiler arasında yer almaktadır (Parravicini ve ark., 2015). Bunun nedeni, deniz ektotermilerinin termal tolerans sınırları içindeki enlemsel alanı daha fazla işgal etmesi olarak gösterilmiştir (Sunday ve ark., 2012). Artan sıcaklıklar, türlerin önde (kutuplara doğru) menzil genişlemelerine ve arkada (ekvatora doğru) kenarlara daralmalara neden olmaktadır (Bates ve ark., 2014). Küresel ısınmanın tatlı su habitatlarının özelliklerini kökten değiştirmesi beklenmektedir. Artan buharlaşma ve su sıcaklıklarına bağlı düşük oksijen konsantrasyonu ile yağış düzenindeki değişiklikler, tatlı su gastropodlarının hayatta kalma ve üreme süreçlerini etkileneceği bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada, Kuzeybatı Avrupa cinslerinin büyük bir kısmı için, sınırsız dağılım varsayılrsa bile, yayılış alanlarının 2080'e kadar azalacağını göstermektedir. Daha soğuk kuzey yaylalarında öngörülen ısınma, yeni uygun alanların ortaya çıkmasının yanı sıra, incelenen bölgenin güney kesiminde mevcut yaşam alanının önemli ölçüde azalmasına da yol açmıştır (Cordellier ve ark., 2012).

İklim değişikliği, yalnızca yerli mollusk türlerinin dağılımını değiştirmekle kalmayıp, aynı zamanda istilacı türlerin yayılımını da hızlandırmaktadır. Artan su sıcaklıkları, bazı istilacı türlerin yeni habitatlara adapte olmasını kolaylaştırmakta ve ekolojik dengeyi tehdit etmektedir. Örneğin, zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*), Avrupa'dan Kuzey Amerika'ya taşındıktan sonra hızlı bir şekilde çoğalarak yerli bivalv türleri üzerinde baskı kurmuş, su ekosistemlerinin yapısını ve besin zincirlerini önemli ölçüde değiştirmiştir (Strayer, 2009). Benzer şekilde, iklim değişikliğine bağlı çevresel koşulların değişmesi, yerli türlerin uyum kapasitesini zorlamakta ve popülasyon kayıplarına yol açmaktadır. Özellikle düşük tolerans aralıklarına sahip tatlı su

midyeleri, artan sıcaklık ve oksijen yetersizliği koşullarında popülasyonlarının azalması riskiyle karşı karşıya kalmaktadır (Catherine ve ark., 2024). Tatlı su ekosistemlerinde ise, baraj inşası, su akış rejimlerindeki değişiklikler ve iklim kaynaklı kuraklık olayları, midye türlerinin dağılımında belirgin değişikliklere neden olabilmektedir. Örneğin, *Unio terminalis* ve *Anodonta anatina* gibi tatlı su bivalvleri, su sıcaklığı ve akış hızındaki değişiklikler nedeniyle bazı bölgelerde popülasyon azalışları yaşamaktadır (Vaughn, 2018; Geist, 2020). Bu durum, hem habitat bağlantılılığının azalması hem de yerel popülasyonların izolasyonu nedeniyle ekosistem bütünlüğünü tehdit etmektedir.

İklim değişikliği sebebiyle, mollusk topluluklarında yaşanan biyoçeşitlilik kaybı ekosistem stabilitesini olumsuz etkileyerek ekolojik hizmetlerde ciddi azalmaya neden olabilmektedir. Yumuşakçalar, su ekosistemlerinde temel “habitat sağlayıcı” türler olarak, birçok omurgasız, mikroorganizma ve balık türü için yaşam alanı oluşturmaktadır (Vaughn & Hakenkamp, 2001; Strayer, 2014). Özellikle tatlı su midyelerinin larvaları (glochidia), balık türlerinin solungaçlarına bağlanarak gelişimlerini tamamladıkları için midye popülasyonlarındaki azalma, doğrudan balık popülasyon dinamiklerini de olumsuz etkileyebilmektedir (Geist, 2010). Bunun yanı sıra, midyeler ve diğer bivalv türleri önemli ekosistem hizmetleri sunmaktadır. Filtrasyon aktiviteleri sayesinde suda askıdaki organik madde miktarını azaltarak suyun kalitesini artırır, böylece doğal arıtma süreçlerine katkı sağlar (Vaughn, 2018). Bu durum yalnızca ekolojik açıdan değil, ekonomik açıdan da değerlidir; midye popülasyonlarının korunması, su arıtma maliyetlerini düşürebilmekte ve kabuklarının endüstriyel hammadde olarak kullanımı yerel ekonomilere katkı sunmaktadır (Lopes-Lima ve ark., 2021). Ancak, istilacı bivalv türlerinin (örneğin *Dreissena polymorpha*) hızlı yayılımı yerli midye popülasyonları üzerinde baskı yaratarak habitat rekabetine neden olmaktadır. Bu durum hem yerli türlerin azalmasına hem de yerel balıkçılık ve akuakültür faaliyetlerinin zarar görmesine yol açmaktadır (Strayer, 2009; Sousa ve ark., 2019). Tatlı su sistemlerinde mollusk biyoçeşitliliğinin azalması, ekosistem hizmetlerinde gerilemeye neden olarak uzun vadede hem ekolojik hem de ekonomik sürdürülebilirliği tehdit etmektedir.

4.2. Molluskların Ekosistem Hizmetlerindeki Fonksiyonel Değişimler

İklim değişikliği, mollusk türlerinin yalnızca popülasyon dinamiklerini değil, aynı zamanda ekosistem düzeyinde sağladıkları hizmetlerin işlevsel niteliğini de dönüştürmektedir. Mollusklar; besin döngüsünün düzenlenmesi, su filtrasyonu, sediman stabilizasyonu, habitat oluşturma ve karbon depolama gibi bir dizi ekosistem hizmetinin sürdürülmesinde kilit rol oynamaktadır (Vaughn, 2018; Strayer, 2014). Özellikle bivalv üyeleri (midyeler ve

istiridyeler), suyun fizikokimyasal kalitesinin korunmasında “biyofiltre” olarak görev yapmaktadır. Ancak artan sıcaklık ve düşük çözünmüş oksijen düzeyleri, filtrasyon hızını düşürerek suyun doğal arıtma kapasitesini azaltmaktadır (Riisgard ve ark., 2012). Bu durum, hem ekolojik dengeyi hem de insanlara sağlanan düzenleyici hizmetleri olumsuz etkilemektedir.

Kabuklu yumuşakçaların bir diğer önemli fonksiyonu, biyojenik habitat oluşturma kapasitesidir. Midye resifleri ve istiridye yatakları, bentik organizmalar için sığınma ile beslenme alanı sağlamaktadır. Ancak bu habitatların iklim kaynaklı stresörler (asitlenme, sıcaklık artışı, ötrofikasyon) nedeniyle zayıflaması, ekosistem bütünlüğünü tehlikeye atmaktadır (Grabowski ve ark., 2012). İstiridye resiflerinin gerilemesi, hem biyoçeşitlilik kaybını hem de kıyı ekosistemlerinin dalga enerjisine karşı tampon kapasitesini azaltmaktadır (Beck ve ark., 2011). Molluskların kabuklarında depolanan kalsiyum karbonat (CaCO_3), karbon döngüsünde uzun vadeli bir karbon havuzu görevi görmektedir. Ancak asidifikasyon ve çözünmüş karbonat iyonlarının azalması, kabuk oluşum süreçlerini zayıflatmakta ve karbon tutulum kapasitesini düşürmektedir (Gazeau ve ark., 2013). Bu durum, küresel ölçekte biyojenik karbon depolama potansiyelinin azalmasına yol açmaktadır.

Mollusklar ayrıca besin ağının kritik bileşenleri arasında yer alır; özellikle tatlı su midyeleri (*Unionidae* ve *Dreissenidae* türleri), su kolonundaki organik maddeleri filtreleyerek besin döngüsüne doğrudan katkıda bulunmaktadır (Vaughn & Hakenkamp, 2001). Özellikle, filtre besleyici bivalvler, su kolonundaki askıda katı maddeleri, fitoplanktonu ve detritusu süzerek suyun berraklığını ve genel kalitesini artırmaktadır (Vaughn, 2018). Tatlı su sistemlerinde *Unio* ve *Dreissena* gibi midyeler, yüksek filtrasyon kapasiteleri sayesinde besin tuzlarının döngüsünü düzenler ve ötrofikasyon riskini azaltır (Caraco ve ark., 2006). Ancak, habitat kaybı, kirlilik, iklim değişikliği ve istilacı türlerin baskısı, molluskların ekosistem hizmetlerinde ciddi fonksiyonel değişimlere yol açabilmektedir (Strayer, 2009; Sousa ve ark., 2019). Özellikle tatlı su sistemlerinde, midye topluluklarının azalması, filtrasyon kapasitesinin düşmesine ve besin döngüsü süreçlerinin aksamasına neden olur; bu da ekosistem işlevselliğini ve sucul ekosistemlerin sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir (Vaughn, 2018; Geist, 2010).

5. SONUÇ

Küresel ısınmanın ekosistemler üzerindeki etkisi giderek belirginleşmekte ve mollusk popülasyonları bu değişimlere karşı önemli bir hassasiyet göstermektedir. Dolayısıyla, iklim değişikliğine bağlı çevresel stres faktörleri, mollusk türleri üzerinde olumsuz etkiler yaparak ekosistem işlevlerinde niceliksel (yoğunluk, biyokütle) ve niteliksel (filtrasyon kapasitesi,

habitat sağlamlığı) değişimlere neden olmaktadır. Bu durum, su ve kara ekosistemlerinde işlevsel çeşitliliğin azalması ve hizmet sürdürülebilirliğinin zayıflaması anlamına gelmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı 123M756 numaralı araştırma projesi ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aldridge, D. C., Ollard, I. S., Bepalaya, Y. V., Bolotov, I. N., Douda, K., Geist, J., ... & Zieritz, A. (2023). Freshwater mussel conservation: A global horizon scan of emerging threats and opportunities. *Global Change Biology*, 29(3), 575-589.
- Aldridge, D. C., Fayle, T. M., & Jackson, N. (2014). Freshwater mussel abundance predicts biodiversity in UK lowland rivers. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(6), 788-798.
- Anestis, A., Lazou, A., Pörtner, H. O., & Michaelidis, B. (2014). Behavioral, metabolic, and molecular stress responses of marine bivalves to warming seawater: A comparative study of the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*) and the European oyster (*Ostrea edulis*). *Journal of Experimental Biology*, 217(4), 806-815.
- Araujo, R., & Alvarez-Cobelas, M. (2016). Influence of flow diversions on giant freshwater pearl mussel populations in the Ebro River, Spain. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26(6), 1145-1154.
- Barton, A., Hales, B., Waldbusser, G. G., Langdon, C., & Feely, R. A. (2012). The Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, shows negative correlation to naturally elevated carbon dioxide levels: Implications for near-term ocean acidification effects. *Limnology and oceanography*, 57(3), 698-710.
- Bates, A. E., Pecl, G. T., Frusher, S., Hobday, A. J., Wernberg, T., Smale, D. A., ... & Watson, R. A. (2014). Defining and observing stages of climate-mediated range shifts in marine systems. *Global Environmental Change*, 26, 27-38.
- Beck, M. W., Brumbaugh, R. D., Airoldi, L., Carranza, A., Coen, L. D., Crawford, C., ... & Zhang, G. (2011). Oyster reefs at risk and recommendations for conservation, restoration, and management. *Bioscience*, 61(2), 107-116.
- Belivermiş, M., Kılıç, Ö., Gezginci-Oktayoglu, S., Sezer, N., Demiralp, S., Şahin, B., & Dupont, S. (2023). Physiological and gene expression responses of the mussel *Mytilus galloprovincialis* to low pH and low dissolved oxygen. *Marine Pollution Bulletin*, 187, 114602.
- Berner, R. A. (2004). *The Phanerozoic carbon cycle: CO₂ and O₂*. Oxford University Press.
- Bouchet, P., Rocroi, J. P., Hausdorf, B., Kaim, A., Kano, Y., Nützel, A., ... Strong, E. E. (2017). Revised classification, nomenclator and typification of gastropod and monoplacophoran families. *Malacologia*, 61(1-2), 1-526.
- Boyle, P. R., & Rodhouse, P. G. (2005). *Cephalopods: Ecology and fisheries*. Blackwell Publishing.
- Byrne, M. (2011). Impact of ocean warming and ocean acidification on marine invertebrate life history stages: Vulnerabilities and potential persistence in a changing ocean. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 49, 1-42.
- Caraco, N., Cole, J. J., Findlay, S., & Wigand, C. (2006). Varying effects of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) on nutrient cycling in lakes and rivers. *Freshwater Biology*, 51(6), 981-991.
- Catherine, P. S., Nandan, S. B., & Hershey, N. R. (2024). Diversity of bivalve mollusks, their ecosystem services, and potential impacts of climate change. *Ecosystem services valuation for sustainable development*, 161-184.
- Compton, T. J., Leathwick, J. R., & Inglis, G. J. (2010). Thermogeography predicts the potential global range of the invasive European green crab (*Carcinus maenas*). *Diversity and Distributions*, 16(2), 243-255.
- Conley, D. J., Paerl, H. W., Howarth, R. W., Boesch, D. F., Seitzinger, S. P., Havens, K. E., ... Likens, G. E. (2009). Controlling eutrophication: Nitrogen and phosphorus. *Science*, 323(5917), 1014-1015.

- Cordellier, M., Pfenninger, A., Streit, B., & Pfenninger, M. (2012). Assessing the effects of climate change on the distribution of pulmonate freshwater snail biodiversity. *Marine Biology*, 159(11), 2519–2531.
- Doney, S. C., Busch, D. S., Cooley, S. R., & Kroeker, K. J. (2020). The impacts of ocean acidification on marine ecosystems and reliant human communities. *Annual Review of Environment and Resources*, 45, 83–112.
- Doubleday, Z. A., Prowse, T. A. A., Arkhipkin, A., Pierce, G. J., Semmens, J., Steer, M., ... Pecl, G. T. (2016). Global proliferation of cephalopods. *Current Biology*, 26(10), R406–R407.
- Elderfield, H. (ed.). (2006). *The Oceans and Marine Geochemistry*. Paperback. Elsevier. Volume 6 of the *Treatise on Geochemistry*, H.D. Holland and K.K. Turekian (eds). Amsterdam, 646 pp.
- Gazeau, F., Parker, L. M., Comeau, S., Gattuso, J. P., O'Connor, W. A., Martin, S., ... & Ross, P. M. (2013). Impacts of ocean acidification on marine shelled molluscs. *Marine biology*, 160(8), 2207–2245.
- Gazeau, F., Quiblier, C., Jansen, J. M., Gattuso, J. P., Middelburg, J. J., & Heip, C. H. (2007). Impact of elevated CO₂ on shellfish calcification. *Geophysical research letters*, 34(7).
- Geist, J. (2010). Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.): A synthesis of conservation genetics and ecology. *Hydrobiologia*, 644(1), 69–88.
- Geist, J. (2020). Habitat degradation and barriers limit the recovery of freshwater mussels in regulated rivers. *Biological Conservation*, 251, 108782.
- Gosling, E. (2015). *Marine bivalve molluscs* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Grabowski, J. H., Brumbaugh, R. D., Conrad, R. F., Keeler, A. G., Opaluch, J. J., Peterson, C. H., ... & Smyth, A. R. (2012). Economic valuation of ecosystem services provided by oyster reefs. *BioScience*, 62(10), 900–909.
- Gutierrez, J. L., Briones, C., & Iribarne, O. O. (2011). Physical ecosystem engineering by marine organisms. In M. Solan & R. J. Aspden (Eds.), *Ecosystem engineers: Plants to protists* (pp. 45–66).
- Gutierrez, J. L., Jones, C. G., Strayer, D. L., & Iribarne, O. O. (2003). Mollusks as ecosystem engineers: The role of shell production in aquatic habitats. *Oikos*, 101(1), 79–90.
- Hankewich, S., & Lessard, J. (2008). Resurvey of northern abalone, *Haliotis kamtschatkana*, populations along the central coast of British Columbia, May 2006. Fisheries and Oceans Canada.
- Heino, J., Virkkala, R., & Toivonen, H. (2009). Climate change and freshwater biodiversity: detected patterns, future trends and adaptations in northern regions. *Biological Reviews*, 84(1), 39–54.
- Helmuth, B., Harley, C. D. G., Halpin, P. M., O'Donnell, M., Hofmann, G. E., & Blanchette, C. A. (2002). Climate change and latitudinal patterns of intertidal thermal stress. *Science*, 298(5595), 1015–1017.
- Henderson, N. D., & Christian, A. D. (2022). Freshwater invertebrate assemblage composition and water quality assessment of an urban coastal watershed in the context of land-use land-cover and reach-scale physical habitat. *Ecologies*, 3(3), 376–394.
- Höche, N., Zettler, M. L., Huang, X., & Schöne, B. R. (2023). Shell microstructures (disturbance lines) of *Arctica islandica* (Bivalvia): a potential proxy for severe oxygen depletion. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1219716.
- Ivanina, A. V., & Sokolova, I. M. (2013). Effects of elevated temperature and pollution on mitochondrial function and oxidative stress in aquatic invertebrates. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 165(4), 422–434.
- Kroeker, K. J., Kordas, R. L., Crim, R., Hendriks, I. E., Ramajo, L., Singh, G. S., ... Gattuso, J. P. (2013). Impacts of ocean acidification on marine organisms: Quantifying sensitivities and interaction with warming. *Global Change Biology*, 19(6), 1884–1896.
- Lee, T. H., McGill, R. A., & Fitzer, S. (2021). Effects of extra feeding combined with ocean acidification and increased temperature on the carbon isotope values ($\delta^{13}\text{C}$) in the mussel shell. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 541, 151562.
- Leung, J. Y., Zhang, S., & Connell, S. D. (2022). Is ocean acidification really a threat to marine calcifiers? A systematic review and meta-analysis of 980+ studies spanning two decades. *Small*, 18(35), 2107407.

- Li, S., Liu, C., Zhan, A., & Wang, X. (2019). Combined effects of ocean acidification and warming on energy metabolism and antioxidant responses in marine bivalves. *Marine Environmental Research*, 150, 104754.
- Lopes-Lima, M., Sousa, R., Geist, J., Aldridge, D. C., Araujo, R., Bergengren, J., ... & Zogaris, S. (2021). Conservation of freshwater bivalves at the global scale: Diversity, threats and research needs. *Hydrobiologia*, 848(21), 4805–4843.
- Masanja, F., Yang, K., Xu, Y., He, G., Liu, X., Xu, X., ... & Zhao, L. (2023). Impacts of marine heat extremes on bivalves. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1159261.
- McFarland, K., Jean, F., Thébault, J., & Volety, A. K. (2016). Potential impacts of blooms of the toxic dinoflagellate *Karenia brevis* on the growth, survival and juvenile recruitment of the non-native green mussel *Perna viridis* in southeastern United States. *Toxicon*, 109, 94-102.
- Moree, A. L., Lacroix, F., Cheung, W. W. L., & Frölicher, T. L. (2025). Long-term impacts of global temperature stabilization and overshoot on exploited marine species. *Biogeosciences*, 22(4), 1115–1133.
- Newell, R. I. E. (2004). Ecosystem influences of natural and cultivated populations of suspension-feeding bivalve molluscs: A review. *Journal of Shellfish Research*, 23(1), 51–61.
- Orr, J. C., Fabry, V. J., Aumont, O., Bopp, L., Doney, S. C., Feely, R. A., ... & Yool, A. (2005). Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature*, 437(7059), 681-686.
- Ortega, L., Celentano, E., Delgado, E., & Defeo, O. (2016). Climate change influences on abundance, individual size and body abnormalities in a sandy beach clam. *Marine Ecology Progress Series*, 545, 203-213.
- Pandolfo, T. J., Cope, W. G., Arellano, C., Bringolf, R. B., Barnhart, M. C., & Hammer, E. (2010). Upper thermal tolerances of early life stages of freshwater mussels. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(3), 959–969.
- Parker, L. M., Scanes, E., O'Connor, W. A., Dove, M., Elizur, A., Pörtner, H. O., & Ross, P. M. (2024). Resilience against the impacts of climate change in an ecologically and economically significant native oyster. *Marine Pollution Bulletin*, 198, 115788.
- Parker, L. M., O'Connor, W. A., Byrne, M., Dove, M., Coleman, R. A., Pörtner, H. O., ... & Ross, P. M. (2018). Ocean acidification but not warming alters sex determination in the Sydney rock oyster, *Saccostrea glomerata*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1872), 20172869.
- Parravicini, V., Mangialajo, L., Mousseau, L., Peirano, A., Morri, C., Montefalcone, M., ... & Bianchi, C. N. (2015). Climate change and warm-water species at the north-western boundary of the Mediterranean Sea. *Marine Ecology*, 36(4), 897-909.
- Peck, L. S., Webb, K. E., & Bailey, D. M. (2009). Extreme sensitivity of biological function to temperature in Antarctic marine species. *Functional Ecology*, 18(5), 625–630.
- Reid, A. J., Carlson, A. K., Creed, I. F., Eliason, E. J., Gell, P. A., Johnson, P. T., ... & Cooke, S. J. (2019). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological reviews*, 94(3), 849-873.
- Ries, J. B., Cohen, A. L., & McCorkle, D. C. (2009). Marine calcifiers exhibit mixed responses to CO₂-induced ocean acidification. *Geology*, 37(12), 1131–1134.
- Riisgard, H. U., Lassen, J., & Kittner, C. (2012). Valve-gape response times in mussels (*Mytilus edulis*): Effects of temperature and oxygen tension. *Marine Biology Research*, 8(7), 683–692.
- Rosa, R., & Seibel, B. A. (2008). Synergistic effects of climate-related variables suggest future physiological impairment in a top oceanic predator. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(52), 20776–20780.
- Sabater, S., Freixa, A., Jiménez, L., López-Doval, J., Pace, G., Pascoal, C., ... & González-Trujillo, J. D. (2023). Extreme weather events threaten biodiversity and functions of river ecosystems: evidence from a meta-analysis. *Biological Reviews*, 98(2), 450-461.
- Sokolova, I. M., Frederich, M., Bagwe, R., Lannig, G., & Sukhotin, A. A. (2012). Energy homeostasis as an integrative tool for assessing limits of environmental stress tolerance in aquatic invertebrates. *Marine Environmental Research*, 79, 1–15.

- Somero, G. N. (2010). The physiology of climate change: How potentials for acclimatization and genetic adaptation will determine 'winners' and 'losers'. *Journal of Experimental Biology*, 213(6), 912–920.
- Sousa, R., Varandas, S., Teixeira, A., Ghamizi, M., & Lopes-Lima, M. (2019). New records of invasive bivalves in North African freshwaters: Distribution, impacts, and control measures. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(8), 1280–1293.
- Sousa, R., Novais, A., Costa, R., & Strayer, D. L. (2014). Invasive bivalves in fresh waters: Impacts from individuals to ecosystems and possible control strategies. *Hydrobiologia*, 735(1), 233–251.
- Spooner, D. E., & Vaughn, C. C. (2008). A trait-based approach to species' roles in stream ecosystems: Climate change, community structure, and ecosystem functioning. *Freshwater Biology*, 53(5), 1022–1035.
- Stickle, W. B., & Bayne, B. L. (1987). Effects of temperature and salinity on the metabolic rate of the common mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, 94(2), 233–239.
- Strayer, D. L. (2014). Understanding how nutrient cycles and freshwater mussels (Unionoida) interact. *Hydrobiologia*, 735(1), 277–292.
- Strayer, D. L. (2009). Twenty years of zebra mussels: Lessons from the mollusk that made headlines. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(3), 135–141.
- Sunday, J. M., Bates, A. E., & Dulvy, N. K. (2012). Thermal tolerance and the global redistribution of animals. *Nature Climate Change*, 2(9), 686–690.
- Thomsen, J., Casties, I., Pansch, C., Körtzinger, A., & Melzner, F. (2013). Food availability outweighs ocean acidification effects in juvenile *Mytilus edulis*: laboratory and field experiments. *Global change biology*, 19(4), 1017–1027.
- Thorp, J. H., & Rogers, D. C. (Eds.). (2014). *Thorp and Covich's freshwater invertebrates: ecology and general biology* (Vol. 1). Elsevier.
- Vaughn, C. C. (2018). Ecosystem services provided by freshwater mussels. *Hydrobiologia*, 810(1), 15–27.
- Vaughn, C. C., & Hakenkamp, C. C. (2001). The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. *Freshwater Biology*, 46(11), 1431–1446.
- Vaquier-Sunyer, R., & Duarte, C. M. (2008). Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(40), 15452–15457.
- Verma, A. K., Rahman, A., Hussain, S., & Singh, N. S. (2025). Freshwater Mussels as Multifaceted Ecosystem Engineers: Insights into Their Ecological Importance, Bioindication, and Economic Contributions. *Water*, 17(11), 1629.
- Waldbusser, G. G., Hales, B., Langdon, C. J., Haley, B. A., Schrader, P., Brunner, E. L., ... & Gimenez, I. (2015). Saturation-state sensitivity of marine bivalve larvae to ocean acidification. *Nature Climate Change*, 5(3), 273–280.
- Wang, Y., Hu, M., Wang, W. X., & Qiu, J. W. (2012). Metabolic responses of the marine mussel *Perna viridis* to hypoxia and subsequent recovery. *Marine Environmental Research*, 79, 1–8.
- Wild, R., Nagel, C., & Geist, J. (2023). Climate change effects on hatching success and embryonic development of fish: Assessing multiple stressor responses in a large-scale mesocosm study. *Science of the Total Environment*, 893, 164834.
- Wood, H. L., Spicer, J. I., & Widdicombe, S. (2008). Ocean acidification may increase calcification rates, but at a cost. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1644), 1767–1773.

BİYOMİMETİK YAPIŞTIRICILARIN GELİŞTİRİLMESİNDE MİDYE VE İSTİRİDYE SALGILARININ ROLÜ

Prof. Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN

İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği
Bölümü, İskenderun, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-2510-3714

Dr. Ahmet ALKAYA

İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği
Bölümü, İskenderun, Türkiye.

ORCID ID: 000-0003-2117-7799

ÖZET

Midye (*Mytilus spp.*), zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) ve istiridyeler (*Ostrea spp.*), ıslak ve zorlu çevresel koşullarda güçlü yapışma sağlayabilen biyolojik sistemlerin başında gelmektedir. Bu organizmaların geliştirdiği yapışma mekanizmaları, özellikle byssus iplikleri, DOPA (3,4-dihidroksifenilalanin) içeren yapışkan proteinler ve metal iyonlarıyla çapraz bağlanma stratejileri üzerine kuruludur. Midyeler ve zebra midyeleri yenilenebilir byssus iplikleriyle esnek ve dinamik tutunma sağlarken, istiridyeler kalsiyum karbonat esaslı Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcı ile kalıcı yapışma gerçekleştirmektedir. Son yıllarda bu biyolojik mekanizmaların taklit edilmesiyle geliştirilen biyomimetik yapıştırıcılar, biyomedikal (kemik yapıştırıcıları, yara kapatıcılar, dental malzemeler), endüstriyel (su altı tamirleri, deniz yapıları, kaplama teknolojileri) ve çevresel alanlarda (ağır metal giderimi, antifouling kaplamalar, sensör teknolojileri) önemli uygulama potansiyeli göstermektedir. Özellikle polidopamin kaplamalar, hidrojel tabanlı adezivler ve rekombinant protein temelli yapıştırıcılar, biyomalzeme alanında öncü yenilikler sunmaktadır. Bununla birlikte, bu teknolojilerin klinik ve endüstriyel ölçeklere taşınabilmesi için biyoyumluluk, üretim maliyetleri, uzun dönem stabilite, regülasyon ve biyogüvenlik kriterleri gibi önemli zorlukların aşılması gerekmektedir. Bu derleme, midye ve istiridye yapışma mekanizmaları üzerine mevcut literatürü sentezleyerek biyomimetik yapıştırıcı araştırmalarına kapsamlı bir bakış sunmayı amaçlamaktadır. Böylece hem biyomedikal hem de endüstriyel uygulamalar için doğal sistemlerden ilham alınan stratejilerin önemini vurgulamakta, aynı zamanda gelecekteki çalışmalar için bilimsel ve teknolojik boşlukların belirlenmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyomimetik yapıştırıcılar, midye ve istiridye salgıları, byssus iplikleri, DOPA içeren proteinler, endüstriyel ve biyomedikal uygulamalar

THE ROLE OF MUSSEL AND OYSTER SECRETIONS IN THE DEVELOPMENT OF BIOMIMETIC ADHESIVES

ABSTRACT

Mussels (*Mytilus spp.*), zebra mussels (*Dreissena polymorpha*), and oysters (*Ostrea spp.*) represent remarkable biological systems capable of strong adhesion under wet and challenging environmental conditions. Their adhesion mechanisms are primarily based on byssal threads, adhesive proteins rich in DOPA (3,4-dihydroxyphenylalanine), and metal ion-mediated cross-linking. While mussels and zebra mussels achieve flexible and renewable attachment through byssal threads, oysters provide permanent adhesion via a calcium carbonate-based cement. In recent years, the biomimetic replication of these mechanisms has led to the development of bio-inspired adhesives with significant potential in biomedical applications (bone adhesives, wound sealants, dental materials), industrial fields (underwater repair, marine structures, coating technologies), and environmental uses (heavy metal removal, antifouling coatings, sensor technologies). In particular, polydopamine coatings, hydrogel-based adhesives, and recombinant protein-based systems have emerged as innovative approaches in biomaterials science. However, the translation of these technologies into clinical and industrial scales requires overcoming key challenges, including biocompatibility, production costs, long-term stability, regulatory approval, and biosafety issues. Multidisciplinary research efforts are expected to accelerate the widespread application of mussel- and oyster-inspired adhesives in the future.

Keywords: Biomimetic adhesives, mussel and oyster secretions, byssal threads, DOPA containing proteins, industrial and biomedical applications

1. GİRİŞ

Doğal organizmalar, milyonlarca yıllık evrimsel süreç boyunca zorlu çevresel koşullarda hayatta kalabilmek için çeşitli adaptasyon mekanizmaları geliştirmiştir. Bu adaptasyonların en dikkat çekici olanlarından biri, suda yaşayan çift kabukluların (*Bivalvia*) sergilediği kalıcı ve güçlü yapışma yeteneğidir (Li ve ark., 2018). Midyeler (*Mytilus spp.*), istiridyeler (*Ostrea spp.*) ve istilacı zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) gibi türler, farklı biyokimyasal stratejiler kullanarak kendilerini dalgalı, nemli ve sürekli değişen denizel veya tatlısu ortamlarında sert yüzeylere sabitleyebilmektedir (Farsad & Sone, 2012; Lu ve ark., 2013). Bu organizmaların yapışma mekanizmaları, yalnızca ekolojik başarılarının anahtarı olmakla kalmamış, aynı zamanda son yıllarda biyomalzeme bilimi ve biyomimetik mühendislik

alanlarında yeni nesil yapıştırıcıların geliştirilmesi için model sistemler haline gelmiştir (Melrose, 2022).

Midyeler, ayak ucundaki özel bezlerden salgıladıkları byssus iplikleri aracılığıyla tutunma sağlamaktadır. Bu ipliklerin yapısında bulunan 3,4-dihidroksifenilalanin (DOPA) türevli proteinler, özellikle ıslak yüzeylerde yüksek yapışma kuvveti yaratmaktadır. DOPA yan grupları, hidrojen bağları, metal iyon köprüleri ve kovalent bağlar aracılığıyla yüzeye güçlü bir etkileşim oluşturmaktadır (Waite, 2002). Bu sayede midyeler, kayalara, gemi gövdelerine veya diğer sert yüzeylere kanatlı yüzgeç balıklarının dahi koparamayacağı derecede sağlam biçimde tutunabilmektedir. İstiridyeler ise midyelerden farklı olarak, substrata sabitlenmek için kalsiyum karbonat esaslı Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcı benzeri bir salgı kullanmaktadır. Bu organo-mineral matriks, hem protein ve polisakkarit içeren organik fazı hem de kalsiyum karbonat kristallerinden oluşan inorganik fazı içermektedir (Fritzsche ve ark., 2019). İstiridyelerin bu kalıcı yapışma mekanizması, özellikle kıyı ekosistemlerinde kayalara koloniler halinde tutunmalarını ve resif benzeri yapılar oluşturmalarını sağlamaktadır.

Tatlısu ekosistemlerinde giderek yaygınlaşan istilacı türlerden zebra midyesi (*D. polymorpha*), midyeler gibi byssus iplikleri kullanarak sert yüzeylere bağlanmaktadır. Zebra midyesinin yapışma kapasitesi, endüstriyel su sistemlerinde (barajlar, boru hatları, enerji santralleri) ciddi biyofouling (biyolojik kirlenme) sorunlarına yol açmaktadır (D'Hont ve ark., 2021). Bu biyolojik yapışma stratejisi aynı zamanda araştırmacılar için önemli bir modeldir; çünkü zebra midyesi, yüksek tutunma kabiliyeti sayesinde biyomimetik yapıştırıcıların geliştirilmesine katkı sunabilecek farklı protein bileşimleri taşımaktadır. Biyomedikal uygulamalarda, özellikle kemik kırıklarının onarımı, doku mühendisliği, yara kapatma ve dental materyaller alanında, ıslak ortamda hızlı ve güvenilir yapışma sağlayabilen yapıştırıcılara ihtiyaç giderek artmaktadır (Taghizadeh ve ark., 2022). Geleneksel cerrahi yöntemlerde kullanılan metal plaklar, vidalar ve sentetik adezivler; enfeksiyon riski, biyoyumsuzluk, ikinci ameliyat gerekliliği ve mekanik sınırlamalar gibi sorunlar barındırmaktadır. Bu bağlamda, midye ve istiridyelerin doğal yapışma mekanizmalarının biyomimetik yaklaşımlarla taklit edilmesi, biyoyumlu, biyobozunur ve sürdürülebilir yapıştırıcıların geliştirilmesinde umut verici bir strateji olarak görülmektedir (Melrose, 2022).

Bu derlemede, midyeler, istiridyeler ve zebra midyelerinin salgısal yapışma mekanizmalarının biyokimyasal temelleri ayrıntılı biçimde ele alınacak; bu doğal sistemlerden esinlenilerek geliştirilen biyomimetik yapıştırıcıların bilimsel gelişmeleri tartışılacak ve söz konusu

malzemelerin biyomedikal, endüstriyel ve nanoteknolojik uygulamalardaki potansiyelleri değerlendirilecektir.

2. MİDYELERDE YAPIŞMA MEKANİZMASI

2.1. Byssus İpliklerinin Oluşumu

Midyelerin ve genç evredeki bazı istiridyelerin su altındaki kayalar ile diğer sert yüzeylere güçlü şekilde tutunabilmelerini sağlayan temel yapı, byssus iplikleridir. Bu iplikler, canlının ayağının (pedal organ) ucunda yer alan byssus bezi tarafından sentezlenen özel proteinlerden oluşmaktadır. Oluşum süreci; biyokimyasal, hücresel ve fiziksel mekanizmaların eşzamanlı etkileşimi ile gerçekleşmektedir.

2.1.1. Sentez

ve

salgılama:

Byssus proteinleri, ayak bezindeki sekretör hücrelerde sentezlenerek salgı keseciklerinde depolanmaktadır. Bu proteinlerin büyük çoğunluğu, yapışkan özelliklerinden sorumlu olan DOPA (3,4-dihidroksifenilalanin) içeren proteinlerdir. Midyelerde bu proteinler Mfp-1, Mfp-2, Mfp-3, Mfp-5 gibi farklı tiplerde bulunmaktadır. Salgılama sürecinde bu proteinler ayak ucundan dışarı bırakılır ve ipliklerin temel organik matriksini oluşturmaktadır. Zebra midyelerinde de benzer bir mekanizma söz konusudur ve bu özellik onların tatlı su ekosistemlerinde hızla yayılmalarını sağlayan en önemli adaptasyonlardan biridir (Waite, 2017).

2.1.2.

İplik

çekimi

ve

şekillenme:

Midye veya zebra midyesi ayağını substrata doğru uzatarak yüzeye temas etmekte ve kasılma hareketleriyle iplikleri gererek şekillendirmektedir. Bu aşamada iplikler, hem esneklik hem de çekme dayanımı sağlayan çok tabakalı bir yapıya dönüşmektedir. İpliklerin distal uçlarında “adhesive plaque” (yapışkan plak) adı verilen disk benzeri yapılar oluşmaktadır. Bu plaklar, kimyasal ve fiziksel bağlarla substrata tutunarak kalıcı sabitleme sağlamaktadır (Waite, 2017). İstiridyelerde ise bu evre kısa süreli görülür; kalıcı tutunma daha çok kalsiyum karbonat bazlı Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcı salgısı ile gerçekleşmektedir (Burkett ve ark., 2010).

2.1.3.

Kimyasal

bağların

oluşumu:

Byssus ipliklerinin sertleşme sürecinde DOPA yan zincirleri, yüzeydeki metal iyonları (özellikle Fe^{3+}) ile güçlü kompleks bağlar oluşturmaktadır. Buna ek olarak, kovalent çapraz bağlar, hidrojen bağları ve hidrofobik etkileşimler ipliğin dayanıklılığını artırır. Bu nedenle iplikler su altında çözünmez, aynı zamanda esnek ama oldukça sağlam bir özellik gösterir. Bu yapı, midyelerin kayalara, zebra midyelerinin ise boru hatları veya baraj yüzeyleri gibi yapay yüzeylere sıkıca bağlanabilmesine imkân tanımaktadır (Fullenkamp ve ark., 2014).

2.1.4.**Fonksiyonel****özellikler:**

Byssus iplikleri, bir yandan organizmayı dalga, akıntı ve predatör baskısına karşı korurken, diğer yandan yenilenebilir bir özelliktedir. Midyeler ve zebra midyeleri eski ya da zayıflayan iplikleri koparıp yerine yenilerini üretebilmektedir. Bu durum, biyomimetik malzeme araştırmalarında “kendini yenileyebilen yapıştırıcı” kavramı için önemli bir model sunmaktadır (Waite, 2017). İstiridyelerde ise bu işlev, kalıcı mineral Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcı ya evrilmiştir ve koloni yaşamına olanak sağlamaktadır.

2.2. DOPA İçeren Yapışkan Proteinler

Byssus ipliklerinin yapışma gücünü belirleyen en kritik bileşen, DOPA (3,4-dihidroksifenilalanin) içeren özel proteinlerdir. DOPA, fenilalanin amino asidinin hidroksillenmiş bir türevidir ve benzersiz kimyasal özellikleri sayesinde ıslak yüzeylerde güçlü yapışmayı mümkün kılmaktadır (Waite, 2017). DOPA’nın fenolik hidroksil grupları; metal iyonlarıyla (özellikle Fe^{3+} , Cu^{2+}) kompleks bağlar kurar ve yüzeylerle kovalent bağlar oluşturmaktadır. Bu sayede, hidrojen bağları aracılığıyla ek stabilite sağlamak ve oksidasyon yoluyla kovalent çapraz bağların meydana gelmesine aracılık etmektedir (Lee ve ark., 2011). Midyeler yapışma sırasında lokal mikro-ortamın pH’ını düşürerek (asidifikasyon), DOPA’nın oksidasyona uğramasını engellemekte ve böylece yapışma kuvvetini artırmaktadır. Yu ve arkadaşları (2011), redoks modülasyonunun bu süreçte önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu çok yönlü bağlanma stratejileri, su altında genellikle zayıf olan yapışma kuvvetlerinin aşılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, midye yapışkan proteinleri (Mfp’ler) DOPA açısından zengin bir gruptur. Mfp-1; ipliğin yüzeyinde koruyucu tabaka görevi görmektedir. Mfp-2; ipliklerin yapısal bütünlüğünü güçlendirmekte, Mfp-3 ve Mfp-5; ipliğin uç kısmındaki yapışkan plak oluşumunda rol oynar ve substrat ile doğrudan etkileşmektedir. Mfp-6; redoks aktif özellik gösterir ve DOPA’nın oksidasyonunu düzenleyerek yapışmayı dengelemektedir (Hwang ve ark., 2010; Waite, 2017). Bu proteinlerin DOPA içeriği %10–30 arasında değişebilmekte ve bu oran yapışkan gücün temel belirleyicisi olmaktadır (Yu ve ark., 2011).

Zebra midyesinin byssus proteinleri, midyelerdeki Mfp proteinlerine benzerlik göstermekte, ancak türler arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. DOPA’nın katekol grupları, yüzeylerdeki metal oksitlerle kovalent ve koordinatif bağlar kurabilmektedir. Örneğin, TiO_2 veya Fe_2O_3 gibi oksitli yüzeylerde yapışma kuvveti çok daha yüksektir (Lee ve ark., 2011). Bu nedenle, Zebra midyelerinde DOPA içeren proteinler, özellikle tatlı su ortamlarında cam, metal, beton gibi yapay yüzeylere güçlü bağlanmayı sağlamaktadır (Farsad & Sone, 2012). Bu özellik, zebra midyesinin boru hatları ve enerji santrallerinde ciddi biyofouling sorunları yaratmasının temel

nedenlerinden biridir (Karatayev ve ark., 2007). Zebra midyesi, tatlı su ekosistemlerinde güçlü tutunma yeteneği ve yayılma kapasitesi ile dikkat çeken en istilacı türlerden biridir. Bu türün başarısının temelinde, byssus iplikleri aracılığıyla farklı yüzeylere sıkıca bağlanabilmesi yatmaktadır. Midyelerde (*Mytilus spp.*) olduğu gibi, zebra midyesinde de byssus iplikleri ayaktaki özel byssus bezleri tarafından üretilir; ancak zebra midyesi bu adaptasyonu tatlı su koşullarına uyarlamış ve insan yapımı yüzeylerde ciddi biyofouling sorunlarına yol açacak şekilde geliştirmiştir (Farsad & Sone, 2012). Zebra midyesinin en belirgin ekolojik etkilerinden biri, biyofouling'dir. Bu tür, metal boru hatları, enerji santrali soğutma sistemleri, baraj duvarları ve gemi gövdeleri gibi insan yapımı sert yüzeylere topluca bağlanarak ciddi ekonomik ve ekolojik sorunlar yaratmaktadır. Bu bağlamda, Karatayev ve arkadaşları (1997), Doğu Avrupa'da zebra midyesi istilalarının su ekosistemlerinde tür çeşitliliğini değiştirdiğini ve bentik habitatları dönüştürdüğünü rapor etmiştir.

2.3. Metal İyonlarıyla Çapraz Bağlanma

Byssus ipliklerinin yapışma gücünü ve mekanik dayanıklılığını belirleyen temel faktörlerden biri, DOPA içeren proteinlerin metal iyonlarıyla etkileşime girmesidir. Özellikle Fe^{3+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} ve Zn^{2+} gibi metal iyonları, protein yan zincirlerindeki katekol gruplarıyla kompleks bağlar oluşturarak yapıştırıcının hem kohezyonunu hem de adezyonunu güçlendirmektedir (Hwang ve ark., 2010; Waite, 2017). DOPA'nın katekol grupları, metal iyonlarıyla mono, bis ve tris kompleksler oluşturabilmektedir. Bu bağlanmalar, byssus ipliklerinde hem geri dönüşümlü (dinamik) hem de oldukça güçlü kovalent benzeri etkileşimler sağlamaktadır. Bu durum ipliklere yüksek dayanıklılık ve esneklik kazandırmaktadır (Yu ve ark., 2011). Ayrıca, midyelerde yapılan çalışmalar, Fe^{3+} iyonunun byssus ipliklerindeki sertleşme ve dayanıklılık için kritik olduğunu göstermiştir. Fe^{3+} iyonları, Mfp-1 proteiniyle kompleks oluşturarak ipliğin yüzey tabakasında bir tür "koruyucu zırh" etkisi yaratmaktadır (Lee ve ark., 2011). Dolayısıyla, bu yapı ipliğin çevresel streslere karşı daha dirençli olmasına katkı yapmaktadır.

Tatlı su ortamında yaşayan zebra midyelerinde de benzer mekanizmalar gözlenmiştir. Farsad & Sone (2012), zebra midyesi byssus ipliklerinin uç kısımlarında metal iyonu bağlanmalarının yoğun olduğunu ve bu bağların substrata yapışmada önemli katkı sağladığını göstermiştir. Bu durum, zebra midyesinin beton, metal ve cam yüzeylere güçlü şekilde bağlanmasının başlıca nedenlerinden biridir. Metal iyonlarının aracılık ettiği bu çapraz bağlar, ipliklerin hem kohezyonunu artırır hem de gerilme altında enerji dağılımını sağlar. Böylece iplikler bir yandan kopmaya karşı direnç kazanırken, diğer yandan çevresel gerilimler altında esnekliklerini koruyabilmektedir (Ahn ve ark., 2015). Bu mekanizma, biyomimetik yapıştırıcı tasarımlarında

da ilham kaynağı olmuştur. Günümüzde geliştirilen bazı polidopamin bazlı kaplamalar ve hidrojel, metal iyonlarıyla kompleksleşme prensibini kullanarak daha güçlü ve dayanıklı yapıştırıcı sistemler oluşturmayı hedeflemektedir (Lee ve ark., 2007).

2.4. Islak Yüzeylere Tutunma Stratejileri

Suda yaşayan çift kabukluların en dikkat çekici özelliklerinden biri, ıslak ve kaygan yüzeylere kalıcı olarak bağlanabilme yetenekleridir. Midyeler ve genç istiridyeler, bu adaptasyonu farklı biyokimyasal stratejilerle gerçekleştirmektedir. Ayağın ucundaki bezler tarafından salgılanan proteinler, öncelikle yüzeydeki ince su tabakasını yerinden etmektedir. Bu, DOPA içeren proteinlerin yüzeye doğrudan temas etmesine olanak tanımaktadır. Waite (2017), bu mekanizmanın midyelerde yapışma başarısı için kritik olduğunu belirtmektedir. Midye ayak proteinleri (Mfp'ler), sadece DOPA üzerinden değil, aynı zamanda hidrofobik etkileşimler yoluyla da ıslak yüzeylere bağlanmaktadır. Hwang ve arkadaşları (2010), byssus proteinlerinin “sıvı-koaservat” fazı oluşturarak yapışmada rol aldığını, bu fazın yüzey suyunu uzaklaştırarak yapışmayı kolaylaştırdığını göstermiştir. Zebra midyesi byssus ipliklerinin uç plakalarında, özellikle cam ve metal yüzeylere bağlanmayı sağlayan yüksek DOPA ve metal iyonu yoğunluğu bulunur. Farsad & Sone (2012), zebra midyesinin tatlı suda da güçlü yapışma gösterebilmesinin bu özel adaptasyona bağlı olduğunu bildirmiştir.

3. İSTİRİDYELERDE YAPIŞMA MEKANİZMASI

3.1. İstiridyelerin Kalsiyum Karbonat Esaslı Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcı Mekanizması

İstiridyeler, midyeler veya zebra midyeleri gibi sürekli byssus iplikleri üretmezler. Bunun yerine, yaşamlarının erken döneminde kısa bir süreliğine byssal evre görülebilmekte; ancak olgun bireylerde kalıcı tutunma, kalsiyum karbonat esaslı Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcı aracılığıyla sağlanmaktadır (Marin & Luquet, 2004). Bu mekanizma, istiridyelerin kayalara ve sert yüzeylere ömür boyu sabitlenmesine olanak tanımakta ve onların ekolojik olarak “sabit bentik filtreleyiciler” olma özelliğini belirlemektedir. İstiridye Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcısı, büyük oranda kalsiyum karbonat (CaCO_3) kristallerinden (aragonit ve kalsit) oluşmaktadır. Bunun yanında yapısında organik bir matriks de bulunup; bu matriks proteinler, glikoproteinler ve polisakkaritlerden zengindir. Organik matriks, mineral kristallerin yönlenmesini ve Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcının substrata sıkıca bağlanmasını düzenlemektedir (Wilker, 2010).

İstiridye, kabuğunun alt kenarındaki özel epitelyal hücrelerden kalsiyum karbonat ve organik matriks bileşenlerini salgılamaktadır. Bu salgı, substrat yüzeyinde çökerek sertleşmekte ve

kabuğu yüzeye adeta yapıştırmaktadır. Bu süreç oldukça hızlı ve kalıcı olup, bir kez bağlandığında istiridyeye yer değiştirememektedir (Zhang ve ark., 2015). Bu Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcı, hem yüksek kompresif dayanım hem de denizel akıntı ve dalgalara karşı uzun süreli stabilite sağlamaktadır. Yapışkanın inorganik bileşimi, istiridyeleri predatörlere ve mekanik zorlanmalara karşı koruyan bir bariyer görevi görmektedir (Marin & Luquet, 2004). Ayrıca, istiridyelerin kalsiyum karbonat Biyomineralize Biyo-Yapışma mekanizması, su altı yapılarının dayanıklı şekilde sabitlenmesi için doğada evrimleşmiş benzersiz bir süreçtir. Dolayısıyla, biyomimetik malzeme araştırmalarında, istiridyeye Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcı, su altı yapı tamirinde kullanılabilecek inorganik bağlayıcıların geliştirilmesi için model oluşturmaktadır (Wilker, 2010). Özellikle, “su altında sertleşebilen inorganik yapıştırıcılar” araştırmalarında istiridyeye Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcı sıkça referans alınmaktadır.

3.2. Organik ve İnorganik Yapışma Stratejilerinin Karşılaştırılması

Çift kabuklular arasında yapışma mekanizmaları temelde iki farklı stratejiye dayanmaktadır. Bu iki yaklaşım, midyeler ve zebra midyelerinde olduğu gibi organik (protein bazlı byssus iplikleri) temelli; istiridyelerde ise inorganik (kalsiyum karbonat esaslı Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcı) temelli adaptasyonlarla temsil edilmektedir. Organik yapışma stratejisinde protein içeriği, DOPA açısından zengin midye ayak proteinleri (Mfp-1, Mfp-2, Mfp-3, Mfp-5, Mfp-6) oluşmaktadır. İplikler çok tabakalı yapıları sayesinde hem yüksek çekme dayanımı hem de elastikiyet sağlamaktadır (Hwang ve ark., 2010). Çevresel adaptasyon açısından midyeler denizel ortamlarda, zebra midyeleri ise tatlı su ortamlarında biyofouling yoluyla geniş yüzeylere tutunmaktadır (Farsad & Sone, 2012). Bu organik strateji, polidopamin kaplamalar ve biyoyumlu yapıştırıcıların geliştirilmesinde doğrudan model alınmaktadır (Lee ve ark., 2007). İnorganik stratejide ise kimyasal yapı kalsit ve aragonit kristalleri ile organik matriksin birleşiminden oluşmaktadır (Marin & Luquet, 2004). Bu mekanizma, istiridyelerin substrata ömür boyu sabitlenmesini sağlamakta; organizma mobil değildir. Kompresif dayanımı yüksek olup dalgalı ortamlarda uzun süreli stabilite sağlamaktadır (Zhang ve ark., 2015). Özellikle su altında küreleşebilen inorganik yapıştırıcıların ve biyoseramik malzemelerin geliştirilmesinde ilham kaynağıdır (Wilker, 2010).

4. BİYOMİMETİK YAKLAŞIMLAR VE SENTETİK TAKLİTLER

4.1. Polidopamin Kaplamalar

Midyelerin yapışma mekanizmasında kritik rol oynayan 3,4-dihidroksifenilalanin (DOPA), yüzeylere güçlü tutunma özelliği ile dikkat çekmektedir. Bu biyokimyasal stratejiden ilham alınarak geliştirilen polidopamin (PDA) kaplamalar, yüzey modifikasyonu alanında çığır

açmıştır. PDA, dopaminin hafif alkali koşullarda ($\text{pH} \approx 8.5$) oksidatif polimerizasyonu ile oluşmakta ve neredeyse tüm organik ve inorganik yüzeylere yapışabilmektedir (Liu ve ark., 2014). Dopamin, oksidatif koşullarda önce dopakinona, ardından intramoleküler yeniden düzenlemelerle polidopamin yapısına dönüşmektedir. Bu süreç, midye yapışmasında rol oynayan katekol–amin fonksiyonlarının bir taklidi olarak gerçekleşmektedir (Ryu ve ark., 2018). PDA kaplamalar yüzeyde ince, homojen, esnek ve biyouyumlu filmler oluşturmaktadır. PDA, çok çeşitli yüzeylere Kovalent bağlar (nükleofilik ekleme, Schiff bazı oluşumu), Koordinatif bağlar (metal iyonlarıyla), Hidrojen bağları ve π – π gibi etkileşimlerle tutunabilmektedir. Bu çok yönlü bağlanma mekanizmaları sayesinde, PDA; cam, metal, polimer, seramik ve biyomalzemeler dahil olmak üzere farklı yüzeylere kolayca kaplanabilmektedir (Liu ve ark., 2014). PDA kaplamaların en önemli avantajlarından biri, yüzeylerin ikinci işlevsel tabakalarla modifikasyona uygun hale gelmesidir. Örneğin; Antibakteriyel kaplamalar (Ag nanoparçacıkları ile), Hücre tutunmasını artıran biyomoleküller (RGD peptidleri), Kontrollü ilaç salımı sağlayan polimer tabakalar, Antifouling sistemler. Buna bağlı olarak doku mühendisliği iskelelerinde hücre yapışmasını teşvik etmek, filtrasyon membranlarında antibakteriyel ve antifouling yüzeyler ve korozyon direncini artırıcı kaplamalar en önemli uygulama alanlarının başında gelmektedir (Lee ve ark., 2011; Dreyer ve ark., 2012).

4.2. Rekombinant Protein Tabanlı Yapıştırıcılar

Midyelerin yapışma sisteminde görev alan midye ayak proteinler (Mfps), özellikle DOPA içeren Mfp-3 ve Mfp-5 gibi alt tipler, ıslak yüzeylere olağanüstü yapışma sağlamaktadır. Ancak, doğal Mfp’lerin endüstriyel ölçekte elde edilmesi zor olmakla birlikte biyomühendislik çalışmaları Mfp genlerinin rekombinant DNA teknolojileri ile farklı konak organizmalarda üretilmesine odaklanmıştır (Hwang ve ark., 2004; Lin ve ark., 2007). Bu konak organizmalardan biri olan bakterilerde, Mfp genlerinin ekspresyonu nispeten kolay görülmüştür. Ancak, post-translasyonel modifikasyon (özellikle DOPA oluşumu için tirozin hidroksilasyonu) sınırlı kalmıştır. Bu nedenle, bakterilerde genellikle sonradan kimyasal DOPA modifikasyonu uygulanmaktadır (Lee ve ark., 2006). Ayrıca, maya ve ökaryotik organizmalarda ise Mfp’lerin daha doğru katlanması ve modifikasyonu için *Pichia pastoris* ve memeli hücre sistemleri de kullanılmıştır (Papov ve ark., 1995).

Rekombinant proteinler, DOPA modifikasyonu sonrası yüzeylere güçlü tutunabilmektedir. Mfp-5 türevlerinin özellikle cam, metal ve polimer yüzeylere yüksek yapışma gücü sağladığı gösterilmiştir (Lin ve ark., 2007). Ayrıca, çeşitli hibrit yapılar (ör. elastin benzeri polipeptidlerle

birleşmiş Mfp dizileri) geliştirilerek esneklik ve biyouyumluluk artırılmıştır (Cao ve ark., 2007). Rekombinant Mfp, geleneksel dikiş ve stapler yerine biyolojik yapıştırıcı olarak, hücre iskelelerinde biyouyumlu yapışma artırıcı olarak, nemli ortamlarda dolgu materyallerinin yapışmasını güçlendirmek için araştırılmaktadır (Hwang ve ark., 2010).

4.3. Hidrojel Tabanlı Biyoyapıştırıcılar

Midye ve zebra midyelerinin yapışma mekanizmaları, özellikle DOPA içeren proteinler ve metal iyonu ile çapraz bağlanma süreçleri, modern biyomalzeme araştırmalarında hidrojel tabanlı yapıştırıcıların geliştirilmesine ilham kaynağı olmuştur. Hidrojeller, yüksek su içeriğine rağmen güçlü kohezyon ve adezyon sağlayabilmeleri nedeniyle, ıslak ortamlarda kullanılabilecek biyoyapıştırıcılar arasında öne çıkmaktadır. Hidrojeller, üç boyutlu polimer ağları içinde yüksek oranda su bulundurmaktadır. Bu özellikleri sayesinde, yumuşak dokuya benzer mekanik özellik göstermektedirler. Bu nedenle, midyelerin byssus proteinlerinden esinlenerek geliştirilen hidrojellerde, polimer zincirlerine katekol grupları entegre edilmiş ve bu gruplar, yüzeylerde hem kovalent hem de koordinatif bağlanmalar yaparak biyoyapıştırıcı olarak değerlendirilmektedir (Lee ve ark., 2007; Yang ve ark., 2013). Ayrıca, midye ayak proteinlerinde görülen DOPA- Fe^{3+} kompleksleşmesi, yapay hidrojellerde de uygulanmıştır. Fe^{3+} iyonları, polikatokol zincirlerini çapraz bağlayarak hidrojelin mekanik dayanımını artırmaktadır. Bu sayede, hem esnek hem de suya dayanıklı yapıştırıcı sistemler elde edilmiştir (Holten-Andersen ve ark., 2011). Üretilen bu yapıştırıcılar; kanamalı veya nemli dokularda dikiş ve stapler ihtiyacını azaltmak, hücre iskelelerinin sabitlenmesinde ve organ-on-chip sistemlerinde, nemli ortamda dolgu ve restoratif malzemelerin yüzeye bağlanmasını kolaylaştırmak için biyomedikal uygulamalarda kullanılmaktadır (Ryu ve ark., 2011).

4.4. Kompozit Malzeme Uygulamaları

Midye ve istiridyelerin yapışma stratejilerinden esinlenen biyomimetik yaklaşımlar, yalnızca yapıştırıcı geliştirilmesinde değil, aynı zamanda kompozit malzemelerin tasarımı ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi alanında da önemli fırsatlar sunmaktadır. Kompozitlerde organik-inorganik bileşenlerin bir arada bulunması, doğadaki kabuk ve byssus yapılarının dayanıklılığını taklit etmektedir. DOPA içeren midye ayak proteinlerinden esinlenerek geliştirilen polimerler, kompozit malzemelere eklendiğinde ıslak yüzeylere yapışmayı artırmakta ve mekanik dayanıklılığı güçlendirmektedir. Özellikle polidopamin (PDA) kaplamalar, karbon nanotüpler ve grafen oksit takviyeli kompozitlerin ara yüzey bağını iyileştirmede kullanılmıştır (Liu ve ark., 2014). Bir başka uygulamada midyelerden esinlenen polimerler, Fe^{3+} gibi metal iyonlarıyla çapraz bağlandığında yüksek elastikiyet ve dayanıklılık

göstermiştir. Dolayısıyla, bu strateji, polimer–seramik hibrit kompozitlerin geliştirilmesinde de kullanılmaktadır. Holten-Andersen ve arkadaşları (2011), metal–ligand etkileşimlerinin kompozitlerin kendi kendini onarma kapasitesine katkı sağladığını göstermiştir.

İstiridyelerin kalsiyum karbonat esaslı Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcı, su altında sertleşebilen inorganik bağlayıcıların modelini sunmuştur. Bu yaklaşım, CaCO_3 –polimer hibrit kompozitlerin geliştirilmesine öncülük etmiştir. Zhang ve ark. (2015), istiridye kabuğunun yapısal analizinden esinlenerek biyoseramik kompozitlerin daha yüksek dayanım gösterecek şekilde tasarlanabileceğini rapor etmiştir.

5. UYGULAMA ALANLARI

5.1. Biyomedikal Uygulamalar (Kemik Yapıştırıcıları, Yara Kapatıcılar, Dental Malzemeler)

Molluskların (midyeler, zebra midyesi ve istiridyeler) yapışma mekanizmaları, ıslak ve biyolojik ortamlarda güçlü adezyon sağlayabilmeleri nedeniyle biyomedikal alanda doğrudan ilham kaynağı olmuştur. Biyomimetik yapıştırıcıların en önemli potansiyel kullanım alanları arasında kemik yapıştırıcıları, yara kapatıcılar ve dental malzemeler bulunmaktadır. Kırıkların tedavisinde; kullanılan metal plakalar, vidalar ve çivilerin hem invaziv cerrahiye neden olması hem de ikincil operasyonlarla çıkarılmaları gerekmesi geleneksel sorunlar olarak görülmektedir. Ayrıca, metal implantlar biyouyumluluk sorunları yaratabilmektedir. Dolayısıyla, midye esintili DOPA içeren Mfp ve bunların polimer taklitleri, nemli kemik yüzeylerinde güçlü yapışma sağlayacaktır. Bu özellik, bilhassa parçalı (komminütif) kırıklarda büyük avantaj sunmaktadır (Ahn ve ark., 2015). Holten-Andersen ve arkadaşları (2011) tarafından geliştirilen metal–ligand çapraz bağlı hidrojel, kemik benzeri sert dokulara yüksek yapışma göstermiştir. Ayrıca, kitosan–katekol hidrojellerin kemik dokusuna adezyon potansiyelini arttırdığı rapor edilmiştir (Ryu ve ark., 2011). Ameliyat sonrası dikişler ve staplerler hem dokuya zarar vermekte hem de iyileşmeyi yavaşlatmaktadır. Ayrıca, bu malzemelerin nemli veya kanamalı ortamlarda etkili olmadığı bilinmektedir. Ryu ve arkadaşları (2011), katekol-fonksiyonlu kitosan/pluronik hidrojellerin hem yara kapatıcı hem de kan durdurucu olarak etkinliğini göstermiştir. Bir başka çalışmada Mehdizadeh & Yang (2013), midyelerden ilham alan yapıştırıcıların in vivo modellerde hızlı yara kapanmasını sağladığını rapor etmiştir. Bu nedenle, midyelerden ilham alan hidrojel, yara kapatıcı biyomalzemelerin geliştirilmesinde öncü rol oynamaktadır. Nemli ağız ortamı, geleneksel dental yapıştırıcıların etkinliğini azaltmakta ve uzun vadede dolgu ve restoratif materyallerde tutunma problemlerine yol açmaktadır. Midyelerden esinlenen yapıştırıcıların, polidopamin kaplamaların tükürük ve

nem varlığında bile diş ile mine yüzeyine güçlü şekilde bağlanabileceğini ortaya koymuştur (Lee ve ark., 2007; Yang ve ark., 2013).

5.2. Endüstriyel Uygulamalar (Su Altı Tamirleri, Deniz Yapıları, Kaplama Teknolojileri)

Midye ve istiridyelerin geliştirdiği biyolojik yapışma stratejileri, zorlu deniz ortamlarında güçlü ve kalıcı bağlanma sağladıkları için endüstride özellikle su altı ve deniz yapılarında kullanılabilecek biyomimetik çözümler için ilham kaynağı olmuştur. Endüstriyel alandaki uygulamalar üç ana başlıkta öne çıkmaktadır: su altı tamirleri, deniz yapıları ve kaplama teknolojileri. Geleneksel epoksi bazlı yapıştırıcılar ve Biyomineralize Biyo-Yapıştırıcılar, su altında düşük verim gösterir; çünkü su, polimerizasyonu engellemekte ve yüzeyle bağlanmayı zayıflatmaktadır. Bu nedenle, midyelerden esinlenerek geliştirilen DOPA-tabanlı biyomimetik yapıştırıcılar ıslak yüzeylerden suyu uzaklaştırarak anında yapışma sağlamaktadır. Bu özellik, denizaltı boru hatlarının, sualtı kablolarının ve dalgakıranların tamirinde kullanılabilecek yapıştırıcıların geliştirilmesine temel olmuştur (Waite, 2017).

Deniz yapıları (ör. rıhtımlar, baraj kapakları, petrol platformları) sürekli dalga, akıntı ve tuzlu suyun aşındırıcı etkisine maruz kalmaktadır. Dolayısıyla, midyelerde esinlenen polimer kaplamalar, bu yapılarda korozyona karşı koruma sağlamakta ve çeliğin uzun ömürlü olmasına katkıda bulunmaktadır (Lee ve ark., 2007). Başka bir örnek ise Zebra midyesinin beton ve metal yüzeylere güçlü tutunma yeteneği, deniz yapılarında kullanılabilecek yüksek dayanımlı yapışma sistemlerinin tasarlanmasına yol açmıştır (Farsad & Sone, 2012). PDA, metallerden polimerlere kadar her yüzeye ince ve biyoyumlu bir tabaka halinde uygulanabilmektedir. Bu özellik, bilhassa deniz yapılarında antifouling (kirlenme önleyici) kaplama teknolojilerinde kullanılmaktadır (Liu ve ark., 2014). Zebra midyesi biyofouling sorunu, enerji santrallerinde soğutma sistemlerinin tıkanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, midye ilhamlı kaplamalar biyofouling önleyen fonksiyonel yüzeylerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Karatayev ve ark., 1997). Dolayısıyla, geleneksel toksik boyaların aksine, biyomimetik kaplamalar çevre dostu alternatifler sunarak endüstriyel avantaj sağlamaktadır.

5.3. Nanoteknoloji ve Sensör Teknolojileri

Midye ve istiridyelerin yapışma mekanizmalarından esinlenilerek geliştirilen biyomimetik yaklaşımlar, yalnızca yapıştırıcı malzemelerin değil, aynı zamanda nanoteknoloji ve sensör sistemlerinin tasarlanmasında da yeni ufuklar açmıştır. Özellikle midye ayak proteinlerinden türetilen katekol fonksiyonel grupları, yüzey modifikasyonu ve nanomalzeme sentezinde yüksek verimlilik göstermektedir. Polidopamin (PDA), metal nanoparçacıkların (Ag, Au, Fe₃O₄) yüzeylerine kolayca bağlanabilmektedir. Bu sayede, hem stabilizasyon hem de

fonksiyonelleştirme sağlanmaktadır (Liu ve ark., 2014). PDA ile kaplı nanoparçacıklar, biyosensörlerden ilaç salım sistemlerine kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. PDA ile fonksiyonelleştirilmiş karbon nanotüpler ve grafen oksit, iletkenlik ve mekanik dayanımı artırarak nanokompozitlerin performansını yükseltmiştir (Ryu ve ark., 2018). Bu malzemeler, enerji depolama cihazları ve biyosensörlerde kullanılmaktadır. Ayrıca, midye esinli polimerler, nanoparçacık yüzeylerine biyouyumlu bir kaplama sağlayarak kontrollü ilaç salımı ve hücre hedeflemesi için kullanılmıştır (Yang ve ark., 2013).

Midye esinli kaplamalar, biyosensörlerin yüzeylerine enzim, antikor veya DNA probu immobilizasyonunu kolaylaştırmaktadır. Bu gelişme, sensörlerin daha hassas, kararlı ve uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır (Lee ve ark., 2009). Ayrıca, PDA kaplamalar, elektrot yüzeyine biyomolekül bağlamada kullanılmış ve glukoz, ağır metaller, toksinler gibi maddelerin tespitinde yüksek hassasiyet sağlamıştır (Ryu ve ark., 2018). Buna ilaveten, Zebra midyesi byssus ipliklerinin metal iyonlarına seçici bağlanma mekanizması, ağır metal tespitinde biyosensör geliştirilmesine ilham vermiştir. Bu yaklaşım, kadmiyum ve kurşun gibi toksik metallerin hızlı tespiti için yeni yöntemler geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Holten-Andersen ve ark., 2011).

6. GELECEK PERSPEKTİFLER

Midye ve istiridye yapışma mekanizmalarından esinlenen biyomimetik yapıştırıcılar, biyomedikal alanda özellikle doku onarımı, cerrahi yapıştırıcılar, yara kapatma sistemleri ve dental uygulamalar için büyük klinik potansiyele sahiptir. Ancak, bu potansiyelin klinik uygulamaya tam olarak aktarılabilmesi için bazı teknik ve biyolojik zorlukların aşılması gerekmektedir.

6.1. Klinik Zorluklar

Hidrojel ve polidopamin bazlı yapıştırıcıların vücut içindeki uzun vadeli mekanik dayanıklılığı henüz tam olarak kanıtlanmamıştır (Yang ve ark., 2013). Dolayısıyla, bazı polimer türevlerinin immün yanıtı tetikleme ihtimali vardır; biyouyumluluk testlerinin uzun vadede tekrarlanması gerekmektedir. Ayrıca, DOPA oksidatif ortamlarda kolayca bozulabilmekte; bu durum yapışma kapasitesini sınırlamaktadır. Dahası, klinik uygulamalarda redoks kontrolü büyük önem taşımaktadır (Yu ve ark., 2011). Midye ve istiridye esinli biyoyapıştırıcıların laboratuvar ölçeğinden klinik ve endüstriyel uygulamalara geçişinde karşılaşılan en önemli engellerden biri üretim ölçeklenebilirliğidir. Midye ve istiridyelerden doğrudan protein izolasyonu, sürdürülebilir olmayan ve düşük verimli bir yöntemdir. Ayrıca, çevresel ve ekolojik etkiler nedeniyle büyük ölçekli üretim için uygun değildir (Waite, 2017). Bu nedenle rekombinant

DNA teknolojileri ve sentetik polimer kimyası, üretim için daha uygun alternatifler olarak öne çıkmaktadır. Buna bağlı olarak, endüstriyel ölçekte yüksek verim elde edilmesi için biyoteknolojik optimizasyon gereklidir (Hwang ve ark., 2004). Doğal proteinlerin yapısının karmaşıklığı, üretim maliyetleri ve proses optimizasyonu, biyomimetik yapıştırıcıların yaygın kullanımını sınırlayan temel faktörlerdir. Bir başka klinik zorluk ise yeni biyomalzemelerin klinikte kullanımı için FDA (Food and Drug Administration, ABD) ve EMA (European Medicines Agency, AB) gibi kurumların biyoyumluluk, toksisite, sterilit ve etkinlik kriterleri karşılanması gerekliliğidir.

Rekombinant Mfp üretimi, *E. coli*, *Pichia pastoris* ve transgenik sistemlerde başarıyla gerçekleştirilmiştir (Hwang ve ark., 2004). Ancak, yüksek molekül ağırlıklı ve çoklu DOPA modifikasyonu gerektiren proteinlerde verim düşüklüğü hala önemli bir sorundur. Rekombinant proteinlerin saflaştırılması ve DOPA'ya dönüştürülmesi (post-translasyonel modifikasyon) yüksek maliyetlidir. Depolama ve taşımada oksidasyon nedeniyle yapışkan özelliklerin azalması, ticarileşmenin önünde önemli bir engeldir (Yu ve ark., 2011). Ayrıca, gram düzeyinden kilogram düzeyine çıkış için biyoreaktör tasarımlarında ve polimerizasyon tekniklerinde yeni çözümlere ihtiyaç vardır. Protein mühendisliği yaklaşımlarıyla kısaltılmış Mfp türevleri veya hibrit protein-polimer sistemleri daha kolay üretilmekte ve endüstriyel süreçlere uyarlanabilmektedir (Ahn ve ark., 2015). DOPA-benzeri sentetik monomerler (ör. dopamin, norepinefrin türevleri), polidopamin ve polikasyonik polimerlerle birleştirilerek ölçeklenebilir üretim mümkün hale gelmektedir (Liu ve ark., 2014). Bu sentetik sistemler, hem düşük maliyetli hem de proses uyumlu oldukları için endüstride büyük potansiyel taşımaktadır.

6.2. Regülasyon ve Biyogüvenlik Konuları

Midye ve istiridye esinli biyoyapıştırıcıların klinik uygulamalara geçebilmesi için yalnızca biyolojik etkinlik ve mekanik performans yeterli değildir; aynı zamanda uluslararası regülasyon standartlarına uyum ve biyogüvenlik kriterlerinin karşılanması da kritik öneme sahiptir. Bu süreç, hem ürünün laboratuvarından kliniğe geçişini hem de ticari ticarileşmesini belirleyen temel aşamadır. FDA; biyomedikal yapıştırıcıların “Class II veya Class III medical device” kategorisinde değerlendirilmesi gerektiğini bildirmiştir. Bu nedenle, biyoyumluluk (ISO 10993), toksisite, sterilit, pirojenite ve etkinlik testleri zorunlu yapılması gerekmektedir (Mehdizadeh & Yang, 2013). EMA, Avrupa Birliği'nde CE işareti için biyoyapıştırıcıların GMP (Good Manufacturing Practice) ve ISO 13485 standartlarına uygun olarak üretilmesi koşulunu öne sürmüştür. TİTCK (Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu), Tıbbi cihaz

yönetmelikleri Avrupa Birliği ile uyumlu olup, biyomalzemeler için CE sertifikasyon süreci izlenmektedir.

Midye esinli polimerlerin toksik yan ürün üretmemesi ve çevrede çözünürken zararlı etki göstermemesi gerekmektedir (Holten-Andersen ve ark., 2011). Bazı rekombinant proteinler veya polimer türevleri, bağışıklık sisteminde enflamatuvar yanıt oluşturabilmektedir. Bu nedenle uzun süreli in vivo testler zorunlu tutulmuştur (Yu ve ark., 2011). Ayrıca, rekombinant sistemlerde üretilen midye ayak proteinlerin saflaştırma ve oksidasyon kontrolü kritik rol oynamaktadır. GMP koşullarında üretim yapılmadığında, ürünlerde toksik kalıntılar kalabilmektedir (Hwang ve ark., 2004).

6.3. Klinik Denemeler ve Onay Süreci

Hücre kültürü ve hayvan modellerinde biyoyuumluluk, yapışma dayanımı ve biyodegradasyon hızının test edilmesi gerekmektedir. İnsanlarda güvenlik (Faz I), etkinlik (Faz II) ve geniş ölçekli karşılaştırmalı etkinlik (Faz III) çalışmaları tamamlanmadan klinik uygulama mümkün değildir. Ayrıca, FDA ve EMA, ürün onaylansa dahi uzun dönemli güvenlik için ek raporlamalar talep etmektedir. Midye esinli yapıştırıcılar için uluslararası standartlar (ISO/ASTM) henüz tam olarak oturmamıştır. Dahası, regülasyon süreçleri genellikle 5–10 yıl sürmekte ve milyonlarca dolar maliyet gerektirmektedir. Rekombinant üretimde kullanılan genetik mühendisliği yöntemleri, çevresel salınım riskleri açısından da değerlendirilmektedir.

7. SONUÇ

Midyeler ve istiridyeler doğada sürekli değişen ortamlarda hayatta kalabilmek için geliştirdikleri benzersiz yapışma stratejileri ile biyomalzeme araştırmalarında dikkat çekici bir ilham kaynağı olmuştur. Özellikle byssus iplikleri, DOPA içeren yapışkan proteinler ve metal-iyon çapraz bağları sayesinde bu organizmalar, su altında güçlü, esnek ve kalıcı yapışma sağlayabilmektedir. Dolayısıyla, biyomimetik yaklaşımlar doğrultusunda geliştirilen polidopamin kaplamalar, hidrojel tabanlı yapıştırıcılar ve kompozit malzemeler; hem biyomedikal uygulamalarda (kemik yapıştırıcıları, yara kapatıcılar, dental malzemeler) hem de endüstriyel alanlarda (su altı tamirleri, deniz yapıları, kaplama teknolojileri) yüksek potansiyel sunmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı 123M756 numaralı araştırma projesi ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ahn, B. K., Das, S., Linstadt, R., Kaufman, Y., Martinez-Rodriguez, N. R., Mirshafian, R., ... & Waite, J. H. (2015). High-performance mussel-inspired adhesives of reduced complexity. *Nature Communications*, 6(1), 8663. <https://doi.org/10.1038/ncomms9663>
- Burkett, J. R., Hight, L. M., Kenny, P., & Wilker, J. J. (2010). Oysters produce an organic– inorganic adhesive for intertidal reef construction. *Journal of the American Chemical Society*, 132(36), 12531–12533.
- Cao, Y., Li, H., & Li, C. M. (2007). Engineering mussel-inspired protein polymers with enhanced wet adhesion. *Biomacromolecules*, 8(10), 3102–3108. <https://doi.org/10.1021/bm700728k>
- D'Hont, A., Gittenberger, A., Hendriks, A. J., & Leuven, R. S. (2021). Dreissenids' breaking loose: Differential attachment as a possible driver of the dominance shift between two invasive mussel species. *Biological Invasions*, 23(7), 2125–2141.
- Dreyer, D. R., Miller, D. J., Freeman, B. D., Paul, D. R., & Bielawski, C. W. (2012). Elucidating the structure of poly(dopamine). *Langmuir*, 28(15), 6428–6435. <https://doi.org/10.1021/la204831b>
- Farsad, N., & Sone, E. D. (2012). Zebra mussel adhesion: Structure of the byssal adhesive apparatus in *Dreissena polymorpha*. *Journal of Structural Biology*, 177(3), 613–620. <https://doi.org/10.1016/j.jsb.2011.11.006>
- Fritzsche, K. J., Duan, P., Alberts, E. M., Tibabuzo Perdomo, A. M., Kenny, P., Wilker, J. J., & Schmidt-Rohr, K. (2019). Silk-like protein with persistent radicals identified in oyster adhesive by solid-state NMR. *ACS applied bio materials*, 2(7), 2840–2852.
- Fullenkamp, D. E., Barrett, D. G., Miller, D. R., Kurutz, J. W., & Messersmith, P. B. (2014). pH-dependent cross-linking of catechols through oxidation via Fe³⁺ and potential implications for mussel adhesion. *RSC advances*, 4(48), 25127–25134.
- Holten-Andersen, N., Harrington, M. J., Birkedal, H., Lee, B. P., Messersmith, P. B., Lee, K. Y. C., & Waite, J. H. (2011). pH-induced metal-ligand cross-links inspired by mussel yield self-healing polymer networks with near-covalent elastic moduli. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2651–2655. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015862108>
- Hwang, D. S., Yoo, H. J., Jun, J. H., Moon, W. K., & Cha, H. J. (2004). Expression of functional recombinant mussel adhesive protein in *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(6), 3352–3359. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.6.3352-3359.2004>
- Hwang, D. S., Zeng, H., Srivastava, A., Krogstad, D. V., Tirrell, M., Israelachvili, J. N., & Waite, J. H. (2010). Viscosity and interfacial properties in a mussel-inspired adhesive coacervate. *Soft Matter*, 6(14), 3232–3236. <https://doi.org/10.1039/c0sm00029a>
- Karatayev, A. Y., Boltovskoy, D., Padilla, D. K., & Burlakova, L. E. (2007). The invasive bivalves *Dreissena polymorpha* and *Limnoperna fortunei*: parallels, contrasts, potential spread and invasion impacts. *Journal of Shellfish Research*, 26(1), 205–213.
- Karatayev, A. Y., Burlakova, L. E., & Padilla, D. K. (1997). The effects of *Dreissena polymorpha* (Pallas) invasion on aquatic communities in Eastern Europe. *Journal of Shellfish Research*, 16(1), 187–203.
- Lee, B. P., Dalsin, J. L., & Messersmith, P. B. (2006). Biomimetic adhesive polymers based on mussel adhesive proteins. *Macromolecular Bioscience*, 6(12), 1031–1049. <https://doi.org/10.1002/mabi.200600214>
- Lee, B. P., Messersmith, P. B., Israelachvili, J. N., & Waite, J. H. (2011). Mussel-inspired adhesives and coatings. *Annual Review of Materials Research*, 41, 99–132. <https://doi.org/10.1146/annurev-matsci-062910-100429>
- Lee, H., Dellatore, S. M., Miller, W. M., & Messersmith, P. B. (2007). Mussel-inspired surface chemistry for multifunctional coatings. *Science*, 318(5849), 426–430. <https://doi.org/10.1126/science.1147241>
- Lee, H., Rho, J., & Messersmith, P. B. (2009). Facile conjugation of biomolecules onto surfaces via mussel adhesive protein inspired coatings. *Advanced Materials*, 21(4), 431–434. <https://doi.org/10.1002/adma.200801222>
- Li, S., Xia, Z., Chen, Y., Gao, Y., & Zhan, A. (2018). Byssus structure and protein composition in the highly invasive fouling mussel *Limnoperna fortunei*. *Frontiers in Physiology*, 9, 418.

- Lin, Q., Gourdon, D., Sun, C., Holten-Andersen, N., Anderson, T. H., Waite, J. H., & Israelachvili, J. N. (2007). Adhesion mechanisms of the mussel foot proteins mfp-1 and mfp-3. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(10), 3782–3786. <https://doi.org/10.1073/pnas.0607852104>
- Liu, Y., Ai, K., & Lu, L. (2014). Polydopamine and its derivative materials: Synthesis and promising applications in energy, environmental, and biomedical fields. *Chemical Reviews*, 114(9), 5057–5115. <https://doi.org/10.1021/cr400407a>
- Lu, Q., Danner, E., Waite, J. H., Israelachvili, J. N., Zeng, H., & Hwang, D. S. (2013). Adhesion of mussel foot proteins to different substrate surfaces. *Journal of The Royal Society Interface*, 10(79), 20120759.
- Marin, F., & Luquet, G. (2004). Molluscan shell proteins. *Comptes Rendus Palevol*, 3(6–7), 469–492. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2004.07.009>
- Mehdizadeh, M., & Yang, J. (2013). Design strategies and applications of tissue bioadhesives. *Macromolecular Bioscience*, 13(3), 271–288. <https://doi.org/10.1002/mabi.201200332>
- Melrose, J. (2022). High performance marine and terrestrial bioadhesives and the biomedical applications they have inspired. *Molecules*, 27(24), 8982.
- Papov, V. V., Diamond, T. V., Biemann, K., & Waite, J. H. (1995). Hydroxyarginine-containing polyphenolic proteins in the adhesive plaques of the marine mussel *Mytilus edulis*. *Journal of Biological Chemistry*, 270(34), 20183–20192. <https://doi.org/10.1074/jbc.270.34.20183>
- Ryu, J. H., Lee, Y., Kong, W. H., Kim, T. G., Park, T. G., & Lee, H. (2011). Catechol-functionalized chitosan/pluronic hydrogels for tissue adhesives and hemostatic materials. *Biomacromolecules*, 12(7), 2653–2659. <https://doi.org/10.1021/bm200520j>
- Ryu, J. H., Messersmith, P. B., & Lee, H. (2018). Polydopamine surface chemistry: A decade of discovery. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 10(9), 7523–7540. <https://doi.org/10.1021/acsami.7b19865>
- Taghizadeh, A., Taghizadeh, M., Yazdi, M. K., Zarrintaj, P., Ramsey, J. D., Seidi, F., ... & Mozafari, M. (2022). Mussel-inspired biomaterials: from chemistry to clinic. *Bioengineering & Translational Medicine*, 7(3), e10385.
- Waite, J. H. (2017). Mussel adhesion – essential footwork. *Journal of Experimental Biology*, 220(4), 517–530. <https://doi.org/10.1242/jeb.134056>
- Waite, J. H. (2002). Adhesion a la moule. *Integrative and comparative biology*, 42(6), 1172–1180.
- Wilker, J. J. (2010). Biomaterials: Ironing out mussel adhesion. *Nature Materials*, 9(2), 111–112. <https://doi.org/10.1038/nmat2617>
- Yang, J., Cohen Stuart, M. A., & Kamperman, M. (2013). Jack of all trades: Versatile catechol crosslinking mechanisms. *Chemical Society Reviews*, 43(24), 8271–8298. <https://doi.org/10.1039/C4CS00185K>
- Yu, J., Wei, W., & Waite, J. H. (2011). Mussel protein adhesion depends on interprotein thiol-mediated redox modulation. *Nature Chemical Biology*, 7(9), 588–590. <https://doi.org/10.1038/nchembio.630>
- Zhang, G., Fang, Z., & Li, J. (2015). Study on the cementation mechanism of oyster shells. *Materials Science and Engineering: C*, 55, 431–436. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2015.05.067>

PERAKENDE SATIŞA SUNULAN TAVUK PARÇA ETLERİNİN MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ VE HİJYENİK DEĞERLENDİRMESİ

Doç.Dr.Berna DUMAN AYDIN

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, 21700,
Sur/Diyarbakır

ORCID ID: 0000-0001-6116-3274

Prof.Dr. Aydın VURAL

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, 21700,
Sur/Diyarbakır

ORCID ID: 0000-0002-6232-2131

Arş.Gör.Enes SEZER

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, 21700,
Sur/Diyarbakır

ORCID ID: 0009-0006-2534-2535

Vet. Hek. Zeynep GÜNEY

Tarım ve Orman Bakanlığı, Elazığ Veteriner Kontrol Enstitü Müdürlüğü, 23200, Merkez/Elazığ

ORCID ID:0000-0003-2385-2970

Prof. Dr. Mehmet Emin ERKAN

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, 21700,
Sur/Diyarbakır

ORCID ID: 0000-0001-5581-3867

ÖZET

Bu çalışma, perakende satışa sunulan tavuk parça etlerinin (kanat, but, kalçalı but ve göğüs) mikrobiyolojik kalitesini belirlemek ve olası halk sağlığı risklerini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Toplam 100 tavuk eti numunesi aseptik koşullarda toplanmış ve laboratuvar ortamında kapsamlı mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur. Numunelerde toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), koliform bakteriler, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus/Micrococcus* grubu, *Escherichia coli* (*E. coli*), *Pseudomonas spp.*, maya-küf, sülfid indirgeyen anaerob bakteriler ile *E. coli* O157:H7, *Salmonella spp.* ve *Listeria spp.* gibi patojen mikroorganizmaların varlığı araştırılmıştır.

Tüm örneklerde (%100) TMAB üremesi saptanmış olup ortalama değer $5,71 \pm 1,60 \log_{10}$ kob/g olarak bulunmuştur. Koliform bakteriler %97, *Enterobacteriaceae* %99, *E. coli* %97, *Staphylococcus/Micrococcus* %76 ve *Pseudomonas spp.* %78 oranında pozitiflik göstermiştir. Numunelerin %65'inde maya gelişimi, %18'inde ise sülfid indirgeyen anaerob bakteri varlığı belirlenmiştir. Parça türlerine göre karşılaştırıldığında, kanat ve but örneklerinde toplam bakteri yükünün daha yüksek, kanat örneklerinde ise patojen pozitifliğinin daha yaygın olduğu gözlenmiştir. Çalışmada ayrıca, *Salmonella spp.* yalnızca iki kanat örneğinde (%8), *Listeria welshimeri* bir but ve bir göğüs örneğinde (%4'er), *Pseudomonas aeruginosa* iki kalçalı but ve bir göğüs örneğinde tespit edilmiştir. Örneklerin hiçbirinde *E. coli* O157:H7 tespit edilmemiştir.

Elde edilen bulgular, tavuk etlerinde yüksek düzeyde mikrobiyal kontaminasyon bulunduğunu ve üretimden tüketime kadar tüm aşamalarda hijyen uygulamalarının yetersiz

olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, gıda güvenliği açısından tavuk etlerinin işlenmesi, muhafazası ve perakende satışında daha etkin hijyen ve sanitasyon önlemlerinin alınmasının zorunlu olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tavuk parça etleri, Mikrobiyolojik kalite, Hijyenik güvenlik, Gıda güvenliği, Patojen mikroorganizmalar

MICROBIOLOGICAL QUALITY AND HYGIENIC ASSESSMENT OF RETAIL CHICKEN MEAT CUTS

ABSTRACT

This study was conducted to determine the microbiological quality of retail chicken meat cuts (wings, drumsticks, thighs, and breasts) and to identify potential public health risks. A total of 100 chicken meat samples were collected under aseptic conditions and subjected to comprehensive microbiological analyses in the laboratory. The presence of total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), coliforms, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus/Micrococcus* group, *Escherichia coli* (*E. coli*), *Pseudomonas spp.*, yeasts and molds, sulfite-reducing anaerobic bacteria, as well as pathogenic microorganisms including *E. coli* O157:H7, *Salmonella spp.*, and *Listeria spp.* was investigated.

TMAB growth was detected in all samples (100%), with a mean value of $5.71 \pm 1.60 \log_{10}$ CFU/g. Coliforms (97%), *Enterobacteriaceae* (99%), *E. coli* (97%), *Staphylococcus/Micrococcus* (76%), and *Pseudomonas spp.* (78%) were found to be positive. Yeast growth was observed in 65% of the samples, and sulfite-reducing anaerobic bacteria were detected in 18%. When compared by part type, total bacterial load was higher in wings and drumsticks, and pathogen positivity was more common in wing samples. Additionally, *Salmonella spp.* were detected only in two wing samples (8%), *Listeria welshimeri* in one drumstick and one breast sample (4% each), and *Pseudomonas aeruginosa* in two thigh and one breast samples. None of the samples tested positive for *E. coli* O157:H7.

The findings indicate that chicken meat samples exhibited high levels of microbial contamination and that hygiene practices were insufficient throughout the production-to-consumption chain. These results highlight the necessity of implementing more effective hygiene and sanitation measures during processing, storage, and retail stages to ensure food safety and protect public health.

Keywords: Chicken meat cuts, Microbiological quality, Hygienic safety, Food safety, Pathogenic microorganisms

İMBİBİSYON SONRASI LADEN VE SİNİROTU TOHUMLARININ ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ

Öğr. Gör. Dr. Ahmet İsmail ÖZKAN

Artvin Çoruh University, Medicinal-Aromatic Plants Application and Research Center, Artvin

ORCID ID: 0000-0002-4511-2386

Öğr. Gör. Dr. Uğur IŞIK

Artvin Çoruh University, Medicinal-Aromatic Plants Application and Research Center, Artvin

ORCID ID: 0000-0003-1010-9563

Öğr. Gör. Mesut NAMLI

Artvin Çoruh University, Medicinal-Aromatic Plants Application and Research Center, Artvin

ORCID ID: 0000-0001-9929-021X

Öğr. Gör. Deniz CANBOLAT GÜLTEKİN

Artvin Çoruh University, Medicinal-Aromatic Plants Application and Research Center, Artvin

ORCID ID: 0000-0003-1328-4762

ÖZET

Fotosentez sırasında üretilen kimyasal enerji, karbonhidratlar, lipitler ve proteinler dahil olmak üzere çeşitli formlarda tohum rezervleri olarak birikir. Çimlenmeyi takiben bu rezervlerin mobilizasyonu, embriyonun fide oluşumunu tamamlaması için gereklidir ve aynı zamanda tarımsal üretimin önemli bir yönü olan yeni bir yaşam döngüsünün başlangıcına işaret eder. Kuru, olgun tohumlar emilmeye tabi tutulduğunda, düşük moleküler ağırlıklı karbonil bileşikler (gazlar ve uçucular) ve suda çözünür organik maddeler (enzimler ve polisakkaritler) dahil olmak üzere çok çeşitli organik maddeler salarlar. Çimlenmeden önce tohum suyu emer, bu da tohum embriyosunun genişlemesine ve uzamasına neden olur. Emme aşaması sırasında, tohum kabuğu dokusu hücre duvarlarının gevşemesi gerçekleşir ve tohumlardan iç maddelerin, tohum sızıntısı (eksüda) olarak bilinen ortamdaki suya sızmasına yol açar. Yapılan çalışmalarda tohum sızıntısının ve çimlenmekte olan tohum kabuğunun, çiğ tohuma kıyasla gıda kaynaklı bakterilere karşı daha güçlü antioksidan ve antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, tıbbi aromatik öneme sahip olan laden ve sinirotu tohumları su alıp şişmesi sağlanmış ve daha sonra da tohum sızıntıları (eksüda) elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen eksüdaların antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda sinirotu bitki tohumlarının etrafında kapsül gibi yoğun bir eksüda oluşumu gözlenmiştir. Laden bitki tohumlarına ait eksüda nedeniyle çözücü ortamında herhangi bir yoğunlaşma gözlenmemiştir. Çimlenme işleminin başlangıç safhasını oluşturan su alıp şişen bitki tohumlarının ve eksüdalarının antimikrobiyal aktivitelerinin gözlenmemesine rağmen antioksidan aktiviteye sahip oldukları gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal aktivite, Antioksidan aktivite, Eksüda, Laden, Sinirotu

INVESTIGATION OF THE ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF CISTUS AND PLANTAGO SEEDS AFTER IMBIBITION

ABSTRACT

The chemical energy produced during photosynthesis accumulates in various forms as seed reserves, including carbohydrates, lipids, and proteins. Following germination, the mobilization of these reserves is necessary for the embryo to complete seedling formation and also marks the beginning of a new life cycle, which is an important aspect of agricultural production. When dry, mature seeds are subjected to imbibition, they release a wide variety of organic substances, including low molecular weight carbonyl compounds (gases and volatiles) and water-soluble organic matter (enzymes and polysaccharides). Before germination, the seed absorbs water, causing the seed embryo to expand and elongate. During the absorption phase, the seed coat tissue undergoes cell wall relaxation, leading to the leakage of internal seed materials into the surrounding water, known as seed exudate. Researches have indicated that seed exudate and the germinating seed coat possess stronger antioxidant and antibacterial activity against foodborne bacteria compared to raw seeds. In this study, the seeds of *Cistus* and *Plantago*, which have medicinal aromatic importance, were hydrated and swollen, and then seed exudates were obtained. Subsequently, the antimicrobial and antioxidant activities of the obtained exudates were investigated. The results of the study revealed a dense exudate formation around the *Plantago* plant seeds, resembling a capsule. No condensation was observed in the solvent medium due to the exudate from *Cistus* plant seeds. Although no antimicrobial activity was observed in the plant seeds and exudates that absorb water and swell, which constitute the initial phase of the germination process, they were found to possess antioxidant activity.

Keywords: Antimicrobial activity, Antioxidant activity, Exudate, *Cistus*, *Plantago*

1. INTRODUCTION

The reasons for seed development are to preserve the species, spread the species, and survive under adverse conditions. The chemical energy produced during photosynthesis accumulates in various forms as seed reserves, including lipids, proteins, and carbohydrates (Nonogaki, 2006). Following germination, these reserves mobilization is necessary for the embryo to complete seedling formation (Erbaş et al., 2016) and at the same time marks the beginning of a new life cycle, which is an important aspect of agricultural production. These stock reserves (seeds) are used as a direct source of nutrition for humans and animals (Yang et al., 2023). During seed germination, a series of invisible physiological, biochemical, and molecular changes occur, resulting in visible morphological changes (Farooq et al., 2022). Since ancient times, people have used plants to treat common infectious diseases (Chaachouay et al., 2022).

Sometraditional medicines are still used as part of the conventional treatment for various diseases (Gedlu et al., 2024).

Once mature, dry seeds are subjected to soaking, they release a wide variety of organic substances, including low molecular weight carbonyl compounds such as volatiles and gases and water-soluble organic substances such as polysaccharides and enzymes (Sarkar et al., 2024). Germinated seeds are rich in nutraceuticals and nutrients. The literature indicates that germinating seeds produce antimicrobial compounds to protect seedlings, and that these compounds ooze out during germination (Abouzeid et al., 2023; Veetil et al., 2025; Yuan et al., 2024). It has been reported that exudates obtained from germinated seeds exhibit very strong antimicrobial activity (Hubert et al., 2024).

The aim of this study was to extract the seeds of medicinal aromatic plants that absorb water and swell during the initial stage of germination, obtain their exudates, and investigate their potential biological activities including antimicrobial and antioxidant.

2. MATERIAL AND METHODS

The seeds of the medicinal aromatic plants (*Plantago* and *Cistus*) used in this study were collected from their natural environment. These seeds are shown in Figure 1.

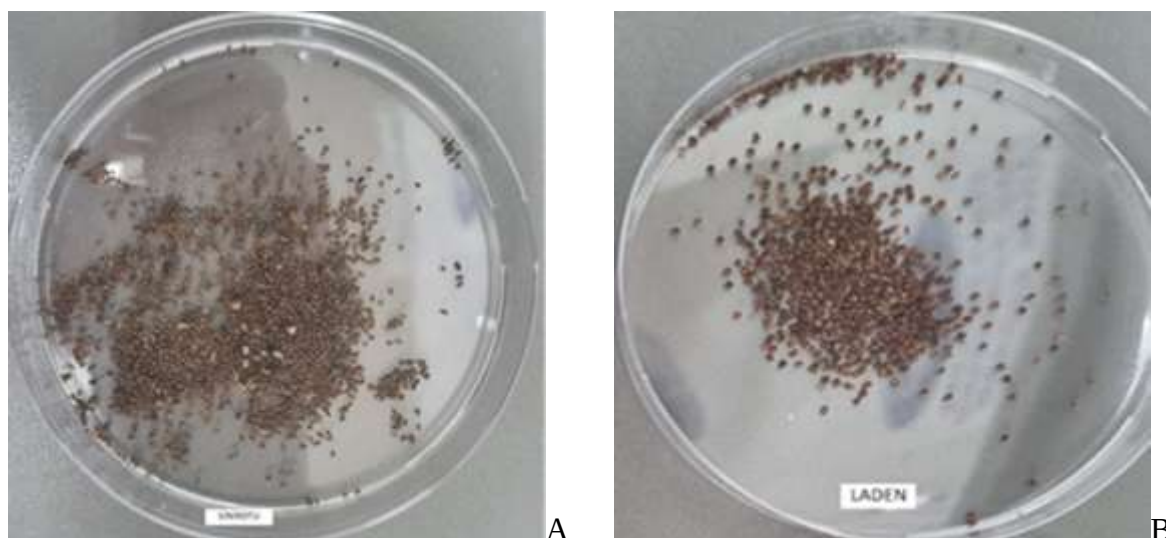


Figure 1 a) *Plantago* and b) *Cistus* seed images used in the study

2.1. Obtaining exudates and germinated seed extracts

Seeds were prepared according to the method of Kruger et al. (2016) with minor modifications (Kruger et al., 2016). First, it was sterilized using 70% ethanol and then thoroughly rinsed with distilled water. Empty seeds, seeds that appeared in the water surface, and floating seeds were removed. After adding sterile distilled water to the remaining 20 seeds, they were incubated at room temperature in the dark for the first stage of germination, which is the absorption of water and swelling of the seeds.

2.2. Antimicrobial activity

The antimicrobial activities of exudate and germinated seed extracts were determined using the well diffusion method with minor modifications (Hussein-Al-Ali et al., 2014; Magaldi et al., 2004; Valgas et al., 2007). First, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, and *Candida albicans* ATCC 10231 were cultured at 37°C on NB medium. After incubation, the exudate and seeds were separated, and the seeds were cut into small pieces and diluted with ethanol. After the microorganisms were thoroughly spread on the agar plate surface, 50 µl of exudate solution with a concentration of 100 µg/ml and germinated seed extract solution with a concentration of 500 µg/ml were placed in wells (approximately 8 mm in diameter) formed on the agar plate. The microorganisms were then incubated at 37°C for 24 hours, after which the resulting inhibition zones were measured. Ethanol was used as a control. Activity was tested in triplicate.

2.3. Antioxidant activity

The antioxidant activity study was tested with DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) free radical scavenging activity with minor modifications (Bhattacharya et al., 2014; Brand-Williams et al., 1995). A 0.004% DPPH solution was prepared. The DPPH solution placed in the microplate was supplemented with exudate and germinated seed extracts at a concentration of 50 mg/ml. The thoroughly pipetted mixtures were incubated at room temperature in the dark for 30 minutes and then the absorbance values were measured at 517 nm wavelength using a spectrophotometer. The experiment was performed in triplicate. The free radical scavenging activities of the samples were determined as % DPPH using the following formula:

$$\text{Inhibited DPPH \%} = \frac{\text{ADPPH} - \text{Asample}}{\text{ADPPH}} \times 100$$

ADDPH = Absorbance of DPPH_EtOH (Control)

Asample = Absorbance value of germinated seed extract or exudate samples

3. RESULTS AND DISCUSSION

As part of the study, seeds were treated with water after sterilization to ensure exudate secretion and germination. After incubation, the exudates from the seeds were transferred to a separate microcentrifuge tube.



Figure 2 Plant seeds and exudates used in the study. a) Plantago, b) Cistus

A dense exudate layer surrounding the Plantago seeds has also been observed to encapsulate the seeds. The seeds have undergone changes in weight and shape due to absorbing water and swelling.

The dry weight of 20 Cistus seeds was measured to be approximately 21 mg. The approximate weight of 20 seeds that absorbed water and swelled was measured to be 33 mg. However, Plantago seeds could not be weighed because they formed an exudate capsule around them. It was determined that Plantago seeds inside the exudate capsule weighed approximately 123 mg.

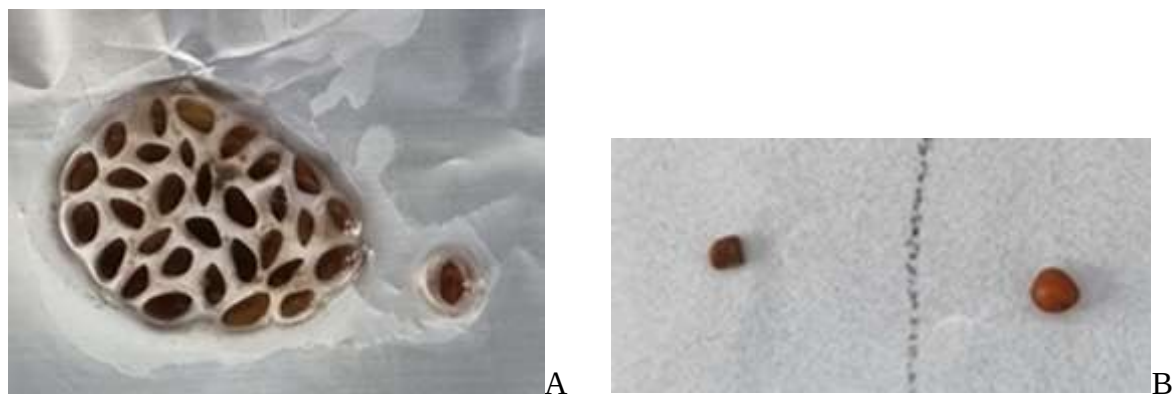


Figure 3 a) The dense exudate formed around the Plantago seed, b) Cistus seed absorbing water and swelling

As a result of the antimicrobial activity study of Plantago and Cistus seed extracts and their exudates, no antimicrobial (antibacterial or antifungal) activity was observed in either the seed extract or the seed exudate. Ethanol, used as a solvent, also showed no antimicrobial effect.

The antioxidant activities of germinated seed extracts and seed exudates were tested as part of the study. According to the antioxidant activity results, it was observed that germinated Plantago seed extracts provided approximately 83.52% DPPH inhibition, while the exudate provided 6.67% DPPH inhibition. It was observed that Cistus germinated seed extracts provided approximately 35.29% DPPH inhibition, while the exudate provided 14.15% DPPH inhibition.

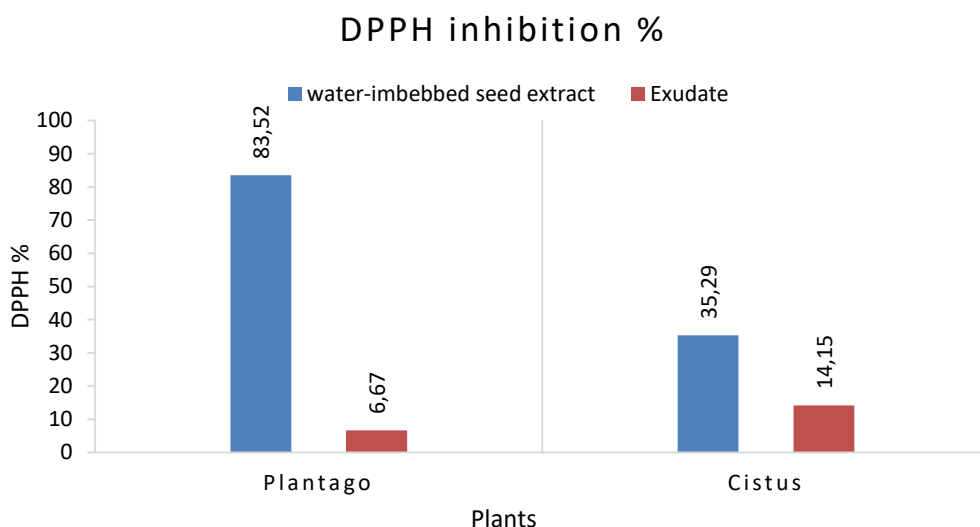


Figure 4 Percentages of DPPH inhibition by germinated seed extract and exudates

4. Conclusions

In our study, the antimicrobial and antioxidant activities of extracts and seed exudates from germinated seeds of *Plantago* and *Cistus* were investigated. Within the scope of the study, the seeds were first allowed to absorb water, swell, and initiate the metabolic process.

As a result of absorbing water and swelling, the seeds underwent changes in weight and shape. The dry weight of 20 *Cistus* seeds was measured to be approximately 21 mg. The approximate weight of 20 seeds that absorbed water and swelled was measured to be 33 mg. *Plantago* seeds could not be weighed because they formed a dense exudate capsule around themselves. However, it was determined that the exudate capsule of *Plantago* contained approximately 123 mg of weight. It is understood that metabolic activity begins after the seeds absorb water and swell.

As a result of the study, it was observed that neither the germinated seed extracts nor the seed exudates showed antimicrobial activity, but the germinated seed extracts had antioxidant activity of up to 83%. *Plantago* seed is thought to exhibit low antioxidant activity because it forms an exudate capsule around its seeds. The antioxidant activity of seed exudates is quite important in terms of both economic and ease of application.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Artvin Coruh University Scientific Research Project (SRP) Coordinatorship with the projects number 2023.TAB.F65.02.03

REFERENCES

Abouzeid, S., Beutling, U., Elekhawy, E., & Selmar, D. (2023). Antibacterial and antibiofilm effects of allelopathic compounds identified in *Medicago sativa* L. seedling exudate against *Escherichia coli*. *Molecules*, 28(6), 2645.

- Bhattacharya, K., Gogoi, B., Buragohain, A., & Deb, P. (2014). Fe₂O₃/C nanocomposites having distinctive antioxidant activity and hemolysis prevention efficiency. *Materials Science and Engineering: C*, 42, 595-600.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Chaachouay, N., Douira, A., & Zidane, L. (2022). Herbal medicine used in the treatment of human diseases in the Rif, Northern Morocco. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 47(1), 131-153.
- Erbaş, S., Tonguç, M., & Şanlı, A. (2016). Mobilization of seed reserves during germination and early seedling growth of two sunflower cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 89.
- Farooq, M. A., Ma, W., Shen, S., & Gu, A. (2022). Underlying biochemical and molecular mechanisms for seed germination. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(15), 8502.
- Gedlu, M., Bizuayehu, T., Melese, A., & Sewnet, A. (2024). A comprehensive review on traditional medicinal plants in Ethiopia and their application for treatment of different diseases. *Advances in Public Health*, 2024(1), 5542990.
- Hubert, B., Marchi, M., Ly Vu, J., Tranchant, C., Tarkowski, Ł. P., Leprince, O., & Buitink, J. (2024). A method to determine antifungal activity in seed exudates by nephelometry. *Plant Methods*, 20(1), 16.
- Hussein-Al-Ali, S. H., El Zowalaty, M. E., Kura, A. U., Geilich, B., Fakurazi, S., Webster, T. J., & Hussein, M. Z. (2014). Antimicrobial and controlled release studies of a novel nystatin conjugated iron oxide nanocomposite. *BioMed research international*, 2014(1), 651831.
- Kruger, F., Araya, H., Kleynhans, R., & Du Plooy, C. (2016). Seed germination of *Vachellia tortilis* subsp. *heteracantha*. Paper presented at the VII International Symposium on Seed, Transplant and Stand Establishment of Horticultural Crops-SEST2016 1204.
- Magaldi, S., Mata-Essayag, S., De Capriles, C. H., Pérez, C., Colella, M., Olaizola, C., & Ontiveros, Y. (2004). Well diffusion for antifungal susceptibility testing. *International journal of infectious diseases*, 8(1), 39-45.
- Nonogaki, H. (2006). Seed germination—the biochemical and molecular mechanisms. *Breeding Science*, 56(2), 93-105.
- Sarkar, A. K., Oraon, S., Ghosh, S., Ball, K., & Sadhukhan, S. (2024). Rapid GC-MS based metabolic profiling of *Capsicum annuum* L. seeds at different phases of germination. *Notulae Scientia Biologicae*, 16(2), 11906-11906.
- Valgas, C., Souza, S. M. d., Smânia, E. F., & Smânia Jr, A. (2007). Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian journal of microbiology*, 38, 369-380.
- Veetil, A. P., Kumar, S. S., & Parvatam, G. (2025). Effect of soaking and germination on bioactive compounds and antioxidant activity in exudate water and seed extracts of fenugreek. *Journal of Food Science and Technology*, 1-12.
- Yang, T., Wu, X., Wang, W., & Wu, Y. (2023). Regulation of seed storage protein synthesis in monocot and dicot plants: A comparative review. *Molecular Plant*, 16(1), 145-167.
- Yuan, J., Wang, H., Jiang, Y., Jiang, Y., Tang, Y., Li, X., & Zhao, Y. (2024). Utilization of germinated seeds as functional food ingredients: optimization of nutrient composition and antioxidant activity evolution based on the germination characteristics of Chinese chestnut (*Castanea mollissima*). *Foods*, 13(16), 2605.

REZENE (*Foeniculum vulgare*) BİTKİSİNİN HAYVAN BESLENMESİNDE FONKSİYONEL ÖNEMİ VE PERFORMANSA ETKİLERİ

Dr. Savaş DEMİR

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 65080 Van, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-3795-8883

Doktora öğrencisi İrfan İNAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 65080 Van, Türkiye

ORCID ID: 0009-0007-0084-1394

Prof. Dr. Zehra EKİN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 65080 Van, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-9727-2317

ÖZET

Tarımsal sürdürülebilirliğinin önemi, iklim değişikliğine karşı ekolojik, ekonomik, sağlık ve gıda güvenliğinin sağlanması ekseninde gelişmelidir. Hayvansal ürünlere olan talebin artması ve hayvansal kaynaklı hastalıkların yaygınlığı, gıda güvenliğinin sağlanması ve sağlıklı çiftlik hayvanlarının yetiştirilmesinde insan sağlığının korunması içinde son derece önemlidir. Avrupa Birliği'ne (AB) ihraç edilen hayvansal ürünlerde antimikrobiyal madde kullanımına yönelik kısıtlamalar getirmesinin ardından bu maddelere alternatif olabilecek Fitojenik yem katkıları, özellikle rezene (*Foeniculum vulgare*), sentetik antibiyotikler ve büyüme düzenleyicilere doğal bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Rezene bitkisi hayvansal beslenmede kullanılması büyük avantajlar sağlamaktadır. Maydanozgiller familyasına ait rezene, flavonoidler, fenolik bileşikler ve uçucu yağlar gibi biyolojik olarak aktif maddelerce zengindir ve hayvanlar rasyonlarını ve diyetlerinde kullanılması antimikrobiyal, antioksidan ve sindirim kolaylaştırıcı özellikler göstermektedir. Tıbbi ve aromatikler kullanılarak yapılan çalışmalar literatür ışığında değerlendirilerek, rezene bitkisinin sığır, koyun-keçi ve kanatlı rasyonlarında doğal yem katkısı olarak kullanımı değerlendirilmiş ve bu kullanımın hayvan sağlığı, verim performansı, çevresel sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği üzerindeki etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rezene, *Foeniculum vulgare*, Çiftlik Hayvanları, Hayvan Beslenme, Tarımsal sürdürülebilirlik

FUNCTIONAL IMPORTANCE AND PERFORMANCE EFFECTS OF FENNEL (*Foeniculum vulgare*) IN ANIMAL FEEDING

ABSTRACT

The importance of agricultural sustainability should be developed with a focus on ensuring ecological, economic, health, and food security in the face of climate change. The increasing demand for animal products and the prevalence of animal-borne diseases are extremely important for ensuring food safety and raising healthy farm animals, as well as protecting

human health. Following restrictions on the use of antimicrobial substances in animal products exported to the European Union (EU), phytogetic feed additives, particularly fennel (*Foeniculum vulgare*), have emerged as a natural alternative to synthetic antibiotics and growth regulators. The fennel plant offers significant advantages when used in animal nutrition. Belonging to the parsley family, fennel is rich in biologically active substances such as flavonoids, phenolic compounds, and essential oils. Its use in animal rations and diets exhibits antimicrobial, antioxidant, and digestive properties. Studies using medicinal and aromatic plants were evaluated in light of the literature, and the use of fennel as a natural feed additive in cattle, sheep-goat, and poultry rations was assessed. The aim was to reveal the effects of this use on animal health, productivity performance, environmental sustainability, and food safety.

Keywords: Fennel, *Foeniculum vulgare*, Livestock, Animal Nutrition, Agricultural Sustainability

GİRİŞ

Küresel ölçekte artan hayvansal üretim talebi, gıda kaynaklı hastalıkların yaygınlığı ve gıda güvenliğinin sağlanması ihtiyacı, sağlıklı çiftlik hayvanlarının yetiştirilmesi için yeni stratejilerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Alapala vd., 2024). Bu bağlamda, Avrupa Birliği (AB), ihraç edilen hayvansal ürünlerde antimikrobiyal madde kullanımını sınırlayan düzenlemeler getirmiştir. Söz konusu düzenlemeler, antimikrobiyal bileşiklerin büyüme promotörü veya verim artırıcı amaçla kullanımını yasaklamakta ve yalnızca insan tedavisi için ayrılmış belirli antimikrobiyallerin hayvanlarda kullanılmasına izin vermemektedir (AGRINFO, 2025).

Tıbbi bitkilerde bulunan biyolojik aktif bileşikler, özellikle uçucu yağlar, fenolik bileşikler, flavonoidler ve glikozitler, hayvanlarda büyüme performansını artırmak, bağışıklık sistemini güçlendirmek, oksidatif stresi azaltmak ve patojen mikroorganizmaları baskılamak gibi çok yönlü etkiler göstermektedir (Ivanova vd., 2024). Rasyona toz, ekstrakt veya uçucu yağ formunda ilave edilen fitojenik yem katkıları, antibiyotik ve hormon kullanımını azaltarak hayvan sağlığını desteklemekte; morbidite ve mortalite oranlarını düşürmektedir.

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi'nin (EFSA) Hayvan Yemlerinde Katkı Maddeleri ve Maddeler Paneli (FEEDAP), önerilen seviyelerde acı rezene yağının (estragol içeriği %6,1'e kadar) kullanımının çeşitli hayvan türlerinde güvenli olduğunu bildirmiştir. Buna göre, yumurtlayan tavuklar ve tavşanlar için 0,6 mg/kg tam yem, süt veren domuzlar ve süt inekleri için 1,0 mg/kg, küçük ruminantlar, atlar ve kediler için 1,5 mg/kg, köpekler için 1,9 mg/kg ve süs balıkları için 7,1 mg/kg düzeylerinde güvenli kullanım söz konusudur. Kısa ömürlü

hayvanlarda (etlik hayvanlar) ise, önerilen seviyelerde kullanım güvenlik açısından sorun teşkil etmemektedir: etlik tavuklar 18,2 mg/kg, etlik hindiler 24,3 mg/kg ve etlik domuzlar, domuz yavruları, süt kuzuları, besi sığırları, küçük ruminantlar, atlar, tavşanlar ve somonlar için 25 mg/kg. Bu güvenlik verileri, fizyolojik olarak benzer türlere genellenebilir (FEEDAP, 2023). Bu bağlamda, yem katkı maddeleri, özellikle fitobiyotikler, hayvan sağlığını destekleyen, maliyet-etkin ve sürdürülebilir yem katkıları olarak giderek artan bir ilgi görmektedir. Fitojenik yem katkıları, rasyona kuru formda veya ekstrakt şeklinde uygulanabilmekte ve sentetik antibiyotik ile büyüme düzenleyici kullanımını azaltma potansiyeli taşımaktadır (Ivanova vd., 2024). Aynı zamanda, toplumda antibiyotik kullanımını azaltma yönündeki farkındalık ve tüketici beklentileri, bitki bazlı katkıların önemini daha da artırmaktadır (Khan vd., 2022).

Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.), Maydanozgiller (Apiaceae) familyasına ait, gaz giderici, sindirimi kolaylaştırıcı ve süt artırıcı (galaktagog) etkileri nedeniyle Akdeniz bölgesinde yaygın olarak kullanılan tek yıllık bir tıbbi aromatik bitkidir (Iommelli vd., 2025). Rezene tohumları, güçlü bir fitobiyotik ajan olarak kabul edilmekte ve özellikle genç kümes hayvanlarının beslenmesinde performans artışı sağlamak, gastrointestinal hastalıkları önlemek ve antibiyotik kullanımına alternatif oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır (Kholiavska vd., 2025). Yapılan çalışmalar, rezene tohumlarının rumen fermentasyonunu optimize ettiğini, yemden yararlanmayı artırdığını ve metan (CH₄) üretimini azalttığını göstermiştir. %0,5–2 kuru madde oranında rezene tohumu kullanımı, rumen fermentasyon kinetiğini iyileştirerek çevre dostu bir hayvancılık besleme stratejisi olarak potansiyel sunmaktadır (Kholif vd., 2023). Ayrıca, aromatik ve tıbbi bitkilerin yem katkısı olarak kullanımı, özellikle süt ineklerinde verim ve performansı artırmak amacıyla yeni bir eğilim haline gelmiştir (Moosavi-Zadeh vd., 2023).

Rezene endüstrisinde önemli miktarda atık oluşmaktadır. Gıda atıklarının değerlendirilmesinde yaygın stratejiler; yem, gübre veya yakıt üretimine yöneliktir. Ancak rezene atıkları, antioksidanlar ve polifenoller gibi değerli biyoaktif bileşenler bakımından zengindir ve bu bileşenler su bazlı ekstraksiyon yöntemleriyle çevre dostu şekilde geri kazanılabilir. Özellikle rezene bitkisinin dış kısımlarında yoğunlaşan bu bileşikler, oksidatif stresi ve inflamasyonu azaltma potansiyeliyle dikkat çekmektedir. Araştırmalar, rezene atıklarının nutrasötik ürünlerin geliştirilmesinde veya sağlıklı gıda formülasyonlarında etkin şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca hayvan deneyleri ve sınırlı klinik veriler, *Foeniculum vulgare*'nin kronik kullanımının güvenli olduğunu ve esansiyel yağ asitlerince zengin bileşimi sayesinde düzenli tüketiminin önemli sağlık yararları sağlayabileceğini ortaya koymuştur (Barbaros vd., 2010; Lin vd., 2013; Castaldo vd., 2019).

Bu derlemede, rezene bitkisinin sığır, küçük ruminant ve kanatlı rasyonlarındaki doğal yem katkısı potansiyeli literatür ışığında değerlendirilmiş; hayvan sağlığı, verim performansı, çevresel sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği üzerindeki etkileri bütüncül bir biçimde incelenmiştir.

1. Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill) Bitkisinin Özellikleri

Foeniculum vulgare Mill, rezene, Maydanozgiller (Apiaceae) familyasından ($2n = 22$), Akdeniz kökenli bir bitkidir. Morfolojik olarak çok yıllık, 1,5–2 m boylanabilen, dik gelişen, silindirik ve oluklu gövdeye sahip bir türdür. Gövde genellikle yeşil veya mavi-yeşil renkte olup oldukça sağlamdır. Yapraklar, üçgensel veya dar dikdörtgen biçimli, derin parçalı ve iplikli segmentlere ayrılmıştır. Alt yapraklar saplı, üst yapraklar ise gövdeye oturmuş durumdadır. Rezenenin çiçekleri radyal simetrik, sarı renkli ve şemsiye (umbella) tipinde toplu çiçek durumları oluşturur. Her bir ana şemsiye, çok sayıda küçük şemsiyecikten meydana gelir. Meyveler, yeşilimsi kahverengi, tüysüz, silindirik veya konik biçimli, 4–10 mm uzunluğunda olup karakteristik oluklara sahiptir. Şemsiye biçimli çiçek yapısı ve karakteristik aromatik kokusuyla tanınan bu tek veya iki yıllık otsu bitki, hem tıbbi bitki hem de baharat bitkisi olarak dünya genelinde yaygın biçimde kullanılmaktadır (Jadid vd., 2023; Baydar, 2019; Çalışkan ve ark., 2010; Giachino ve Avcı, 2020). Tür, sırasıyla yabani ve kültüre alınmış formları temsil eden *subsp. piperitum* ve *subsp. vulgare* alt türlerini içerir. *Foeniculum vulgare* Mill. veya *Anethum foeniculum* olarak bilinen bitki, farklı iklim koşullarına uyum sağlama yeteneği sayesinde dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilen çok yönlü bir bitki türü olarak öne çıkmaktadır (Magon vd., 2025). Rezene, sebze olarak tüketilmesinin yanı sıra gıda ve farmasötik endüstrilerde de ekonomik değere sahiptir (Falistocco, 2022; Magon vd., 2025). Bitki özellikle gaz giderici, sindirimi kolaylaştırıcı ve süt artırıcı (galaktagog) etkileriyle tanınmaktadır (Iommelli vd., 2025).

Rezene, yapısında yer alan flavonoidler (kaempferol, kuersetin), fenolik asitler (rosmarinik asit) ve uçucu yağ bileşenleri (trans-anetol, estragol, fenkon) sayesinde geniş bir farmakolojik etki yelpazesine sahiptir (Mehra vd., 2021). Bu bileşenler, antioksidan savunma sistemini aktive ederek lipid peroksidasyonunu önler, inflamatuvar yanıtı düzenler ve mikrobiyal büyümeyi baskılar. Rezene uçucu yağı, özellikle terpenoidler, steroidler, flavonoidler, esterler ve organik asitler bakımından zengin bir matriks oluşturmakta ve seçilmiş gıda kaynaklı mikroorganizmalara karşı güçlü antimikrobiyal etki sergilemektedir (Abd-Elhafeez vd., 2023). Fitokimyasal analizler, *Foeniculum vulgare* tohumlarından elde edilen uçucu yağların içerdiği biyoaktif bileşikler nedeniyle sağlık alanında önemli bir yere sahip olduğunu ve antimikrobiyal,

antiviral, antitümör, hepatoprotektif, hipoglisemik, hipolipidemik, antitrombotik ve nöroprotektif gibi birçok farmakolojik özellik taşıdığını göstermiştir (Šunić vd., 2023). Antimikrobiyal aktivite bakımından özellikle Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler ile bazı maya türlerine karşı etkinliği, yapılan in vitro çalışmalarda belirlenmiştir. Örneğin, Di Napoli ve arkadaşları (2022), Sicilya kökenli *Foeniculum vulgare subsp. vulgare* uçucu yağının, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* gibi patojenlere karşı güçlü antimikrobiyal etki gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca, bu yağın biofilm oluşumunu inhibe etme kapasitesi de düşük konsantrasyonlarda dahi etkili bulunmuştur. Antioksidan aktivite yönünden ise rezene uçucu yağı, serbest radikalleri nötralize etme kapasitesiyle de dikkat çekmektedir. El Moumen ve arkadaşlarının (2025) yaptığı bir çalışmada, bu yağın hidrojen peroksit (H_2O_2) ve ABTS radikalleri üzerinde antioksidan etki gösterdiği, IC_{50} değerlerinin sırasıyla 100 $\mu g/mL$ ve 1000 $\mu g/mL$ olduğu belirtilmiştir. Bu özellik, yağın potansiyel terapötik uygulamalarını desteklemektedir. Rezene uçucu yağının kimyasal profili, monotermenler ve fenilpropanoidler gibi biyoaktif bileşikler açısından zengindir. Özellikle estragol ve (E)-anethol gibi bileşiklerin varlığı, yağın antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerine katkı sağlamaktadır. Di Napoli ve arkadaşları (2022), bu bileşiklerin yağın etkinliğinde önemli rol oynadığını vurgulamışlardır. Bu çok yönlü biyolojik aktiviteler, bitkinin hem hayvan beslemede doğal katkı maddesi olarak hem de fonksiyonel gıda bileşeni olarak değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır.

Tarım ve genetik açıdan bakıldığında, rezene üretimi hâlen büyük ölçüde geleneksel yetiştiricilik ve sınırlı ıslah çalışmalarıyla yürütülmektedir. Ancak, genomik, transkriptomik ve fonksiyonel genetik yaklaşımlar aracılığıyla bitkinin biyosentetik yollarının aydınlatılması, biyoaktif bileşik üretiminin artırılması ve çevresel streslere dayanıklılığın geliştirilmesi yönünde önemli bir araştırma potansiyeli bulunmaktadır (Magon vd., 2025). Bu kapsamda, rezene üzerine yürütülecek multidisipliner çalışmalar; hem sürdürülebilir tarımsal üretim hem de fonksiyonel yem katkılarının geliştirilmesi açısından stratejik önem taşımaktadır.

2. Rezenenin Hayvan Türlerine Göre Etkileri

2.1. Sığır ve Buzağılarda Kullanımı

Rezene bitkisi ruminant beslemede fonksiyonel yem katkı maddesi olarak giderek daha fazla ilgi görmektedir. İçeriğinde bulunan anetol, fenkon ve estragol gibi uçucu yağ bileşenleri sayesinde sindirim sistemini destekleyici olup, antimikrobiyal ve antioksidan özellikler göstermektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, rezene tozu veya ekstresinin süt sığırlarında verim parametreleri, rumen fermentasyonu ve metabolik göstergeler üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur.

Holstein süt ineklerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, rezene tohumu tozu ilavesinin performans, süt yağ asidi profili ve rumen fermentasyonu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Laktasyonun erken dönemindeki yirmi dört Holstein ineği (10 ± 3 gün laktasyon; $30 \pm 2,1$ kg süt/gün; 610 ± 31 kg canlı ağırlık; ortalama $\pm$ SE) süt verimi ve doğum tarihine göre dengelenmiş ve rastgele olarak üç gruba ayrılmıştır. Diyetlere farklı düzeylerde rezene tohumu tozu eklenmesi, süt veriminde katkı düzeyiyle orantılı bir artış sağlamış, ancak süt bileşimi üzerinde anlamlı bir değişim oluşturmamıştır. Buna karşın, süt yağ asidi kompozisyonunda dikkate değer değişiklikler gözlenmiştir; yeni oluşan ve karışık yağ asitlerinin oranı artarken, önceden oluşmuş yağ asitlerinin oranı azalmıştır. Erken laktasyon döneminde 50 g/gün düzeyinde rezene tohumu tozu (FSP) eklenmesinin süt ineklerinin performansını destekleyebileceği bildirilmiştir (Moosavi-Zadeh vd., 2023).

Hindistan'da yürütülen bir başka çalışmada ise rezene tohumu ilavesinin Kankrej buzağlarının büyüme performansı, hemato-biyokimyasal profili ve dışkı mikroflorası üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. 60 günlük deneme sonunda, 5 g ve 10 g rezene tohumu verilen gruplarda kontrol grubuna kıyasla daha yüksek canlı ağırlık artışı gözlenmiştir. Ayrıca dışkı mikrobiyotasında, faydalı bakterilerden *Lactobacillus* sayısında artış, koliform bakterilerde ise azalma tespit edilmiştir. Bununla birlikte, hemoglobin, hematokrit, eritrosit ve lökosit sayıları açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Sonuç olarak, buzağı diyetine rezene tohumu tozu eklenmesi büyüme performansını iyileştirirken, dışkı mikroflorasını olumlu yönde etkilemiş ancak hemato-biyokimyasal parametreler üzerinde belirgin bir etki oluşturmamıştır (Pawar vd., 2024).

Rezene tohumlarının ruminantlarda rumen fermentasyonu ve metan emisyonu üzerindeki etkilerini araştıran bir başka çalışmada ise, rezene tohumları diyetin kuru maddesinin %0 (kontrol), %0,5, %1, %1,5 ve %2'si oranında eklenmiştir. İn vitro 48 saatlik inkübasyon sonucunda, rezene tohumlarının rumen fermentasyon kinetiğini iyileştirdiği, gaz üretimi ve besin sindirilebilirliği üzerinde olumlu etkiler sağladığı, ayrıca metan (CH_4) üretimini azalttığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, rezenenin ruminant beslemede çevre dostu bir yem katkı maddesi olarak potansiyel taşıdığını göstermektedir (Kholif vd., 2023).

Genel olarak değerlendirildiğinde, rezene tozu veya tohum ilavesi sığırlarda süt verimini ve yağ asidi kompozisyonunu olumlu yönde etkileyebilmekte, buzağlarda ise büyüme performansını artırarak bağırsak mikrobiyotasını dengelemektedir. Ancak mevcut çalışmalar, doz düzeyi, uygulama süresi ve form (toz, ekstrakt vb.) gibi faktörlere bağlı olarak değişken sonuçlar

göstermektedir. Bu nedenle rezene kullanımının optimum düzeylerinin belirlenmesi için daha fazla kontrollü araştırmaya ihtiyaç vardır.

2.2. Küçükbaş Hayvanlarda Kullanımı

Rezene küçükbaş hayvan beslemede doğal bir yem katkısı olarak potansiyel faydalarıyla dikkat çekmektedir. İçerdiği uçucu yağ bileşenleri sayesinde sindirim sistemi fonksiyonlarını desteklemesi, antioksidan savunmayı güçlendirmesi ve mikrobiyal dengeyi iyileştirmesi gibi etkiler göstermektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, rezenenin koyun, keçi ve oğlaklarda performans, süt verimi, metabolik parametreler ve rumen fermentasyonu üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymuştur.

Koçlarda yapılan bir araştırmada, rasyona rezene tohumu ilavesinin biyokimyasal parametreler ve canlı ağırlık artışı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ortalama canlı ağırlığı 39 kg olan otuz baş Eşme ırkı koç, kontrol ve deneme gruplarına (n=15) ayrılmıştır. Deneme grubuna günlük %1,5 oranında rezene tohumu içeren rasyon verilmiş, kontrol grubuna ise ilavesiz rasyon uygulanmıştır. 60 gün süren çalışmanın sonunda, günlük canlı ağırlık artışı kontrol grubunda 0,300 kg, rezene grubunda ise 0,330 kg olarak tespit edilmiş ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kan parametreleri incelendiğinde MDA, SOD ve katalaz düzeylerinde anlamlı artış, lipit peroksidasyonunda azalma belirlenmiştir. Bu sonuçlar, rezene tohumunun oksidatif stresin olumsuz etkilerini azaltarak koçların verimliliğini desteklediğini göstermektedir. Ayrıca rezenenin rasyonlarda güvenli bir şekilde kullanılabileceği rapor edilmiştir (Alapala vd., 2024).

Keçiler üzerinde yürütülen bir çalışmada ise, organik rezene tohumu ilavesinin süt verimi ve süt bileşimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ortalama 50 ± 2 kg canlı ağırlığa ve üçüncü doğuma sahip 20 keçi, kontrol (C) ve rezene (F) gruplarına ayrılmıştır. Hayvanlar sabah 09:00–16:00 saatleri arasında otlatılmış, her iki gruba da 400 g konsantre yem verilmiş, F grubunun rasyonuna ise günlük 15 g rezene tohumu eklenmiştir. Mayıs–Eylül döneminde yapılan ölçümlerde, rezenenin süt verimini artırdığı ve galaktagog (süt artırıcı) etkisini doğruladığı bildirilmiştir. Ayrıca, süt yağ asidi kompozisyonunda önemli değişiklikler gözlenmiştir: Rezene ile beslenen keçilerde de novo yağ asitleri artarken, kontrol grubunda PUFA ve MUFA oranları daha yüksek bulunmuştur. Rezene takviyeli keçi sütlerinden üretilen peynirlerde dört farklı aromatik bileşik tanımlanmış, bu peynirler daha yüksek antioksidan aktivite, omega-3, omega-6 ve toplam konjuge linoleik asit (CLA) içeriği ile karakterize edilmiştir. Bu bulgular, rezenenin hem süt verimi hem de süt ürünlerinin besinsel ve fonksiyonel kalitesini artırabileceğini göstermektedir (Iommelli vd., 2025).

Oğlaklarda yürütülen bir başka çalışmada, rezene tozu takviyesinin büyüme performansı, hemato-biyokimyasal parametreler ve dışkı mikroflorası üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ortalama yaşı 1 ay ve ağırlığı 6,92 kg olan 18 Mehsana oğlağı, kontrol (T1) ve iki tedavi grubuna (T2: 2,5 g/gün; T3: 5,0 g/gün rezene tozu) ayrılmıştır. 60 gün süren deneme sonunda, rezenenin laktobasil sayısını artırdığı, koliform bakterileri ise azalttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, büyüme performansı ve hemato-biyokimyasal parametrelerde olumsuz bir etki gözlenmemiştir (Patil vd., 2024).

Rezene tohumlarının ruminant rasyonlarına %0,5–2 oranında eklenmesinin rumen fermentasyon kinetiğini iyileştirdiği, gaz üretimi ve sindirilebilirliği artırdığı, metan (CH₄) salınımını ise azalttığı bildirilmiştir. Bu sonuçlar, rezenenin hem verim hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilebilecek doğal bir yem katkı maddesi olduğunu göstermektedir (Kholif vd., 2023).

Genel olarak değerlendirildiğinde, rezene takviyesi küçükbaş hayvanlarda büyüme performansını desteklemekte, antioksidan savunmayı güçlendirmekte ve süt verimi ile kalitesini artırmaktadır. Ayrıca, bağırsak mikrobiyotasını düzenleyici etkileriyle hayvan sağlığını koruyucu bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Ancak doz, süre ve uygulama şekline bağlı olarak sonuçlar değişkenlik gösterebildiğinden, farklı üretim sistemlerinde optimum kullanım düzeylerinin belirlenmesine yönelik ileri araştırmalara ihtiyaç vardır.

3.3. Kanatlarda Kullanımı

Rezene ve uçucu yağ bileşenleri, kanatlı beslemede de büyüme performansı, bağırsak sağlığı ve stres toleransını iyileştirmede doğal bir katkı maddesi olarak dikkat çekmektedir. Rezenenin etken maddeleri arasında yer alan anetol, fenkon ve estragol; antimikrobiyal, antioksidan ve antiinflamatuvar özellikleriyle kanatlarda hem fizyolojik performansı hem de yemden yararlanmayı desteklemektedir.

Broyler tavuklarda yapılan bir çalışmada, rezene uçucu yağının (FEO) farklı dozlarda yemlere eklenmesinin performans, bağırsak mikroflorası, bağırsak morfolojisi ve transkriptom profili üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ross-308 genotipine sahip 400 erkek civciv beş gruba ayrılmış ve diyetlere sırasıyla 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg düzeylerinde kapsüllenmiş rezene uçucu yağı eklenmiştir. Bulgular, özellikle 100 mg/kg düzeyindeki ilavenin büyüme performansı ve bağırsak sağlığı üzerinde en belirgin iyileştirici etkiyi gösterdiğini ortaya koymuştur (Al-Atheem vd., 2024).

Aynı araştırma grubunca yürütülen bir diğer çalışmada, rezene tozunun broyler civcivlerde performans, ölüm oranı, üretim indeksi ve bağırsak mikroflorası üzerine etkileri

değerlendirilmiştir. Rezene tozu ilavesi, vücut ağırlığı artışı, yem dönüşüm oranı ve üretim indeksini önemli ölçüde iyileştirmiş; yem tüketimini ise azaltmıştır. Mortalite oranında anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, *Lactobacillus* popülasyonunda artış, koliform bakterilerde azalma belirlenmiştir. Bu sonuçlar, rezenenin sindirim sisteminde yararlı mikroflorayı destekleyerek performans parametrelerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Al-Atheem vd., 2024).

Sıcaklık stresine maruz kalan broylerlerde, rezene esansiyel yağı (FO) takviyesinin büyüme, et kalitesi, antioksidan aktivite, inflamatuvar yanıtlar ve karaciğer histopatolojisi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Diyetlere 3 g/kg düzeyinde rezene yağı eklenmesi, sıcaklık stresinin neden olduğu oksidatif ve inflamatuvar hasarı hafifletmiş, büyüme performansını artırmıştır. Bu bulgular, rezenenin stres koşullarında koruyucu bir yem katkısı olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir (Amer vd., 2025).

Et tipi bıldırcınlar üzerinde yürütülen bir çalışmada, tam yem karışımlarına %1, %1,5 ve %2 oranlarında rezene tohumu tozu eklenmiştir. Yedi haftalık deneme sonunda, rezenenin üretkenlik ve kesim özellikleri üzerinde olumlu etkiler sağladığı belirlenmiştir. Özellikle %1,5 oranındaki rezene ilavesi, günlük canlı ağırlık artışında (%6,14–7,22 oranında) en yüksek verimi sağlamıştır. Rezene tohumunun %1–2 oranında yem karışımlarına eklenmesinin et tipi bıldırcınlarda hem verimliliği hem de ekonomik kârlılığını artırdığı bildirilmiştir (Kholiavska vd., 2025).

Benzer şekilde, rezene uçucu yağının broyler rasyonlarına eklenmesi büyüme performansını, yemden yararlanmayı ve bağırsak sağlığını önemli ölçüde iyileştirmiştir. En belirgin etki, yemlere kilogram başına 100 mg rezene uçucu yağı ilavesiyle elde edilmiştir (İpçak vd., 2024). Rezenenin kanatlılarda kullanımı, performans artışı, bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesi, antioksidan aktivitenin güçlenmesi ve ısı stresine karşı dayanıklılığın artması gibi çok yönlü biyolojik katkılar sağlamaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, rezene ve türevlerinin kanatlı diyetlerine eklenmesi, broyler ve bıldırcınlarda büyüme performansını artırmakta, yemden yararlanmayı iyileştirmekte ve bağırsak sağlığını desteklemektedir. Ayrıca, sıcaklık stresi gibi çevresel faktörlerin neden olduğu metabolik bozukluklara karşı koruyucu etkiler göstermektedir. Bu sonuçlar, rezenenin antibiyotik büyütme faktörlerine doğal bir alternatif olarak kanatlı beslemede kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Rezene bitkisinin (*Foeniculum vulgare*) hayvan beslenmesinde kullanımı, farklı türlerde sığır, koyun keçi ve kanatlı hayvanlarda performans, sindirim sağlığı ve ürün kalitesi üzerinde son derece olumlu etkiler sağlamaktadır. Rezenenin içerdiği anetol, fenkon ve estragol gibi biyoaktif bileşenler; antimikrobiyal, antioksidan ve sindirimi düzenleyici özellikleriyle rumen fermantasyonunu optimize ederek besin madde kullanımını artırmaktadır. Süt sığırlarında rezene tozu takviyesinin süt verimi ve yağ asidi kompozisyonunu olumlu yönde etkilediğini; küçükbaş hayvan ruminantlarda ise antioksidan aktiviteyi yükselterek stres ve oksidatif hasarı azalttığını göstermektedir. Kanatlı hayvanlarda rezene uçucu yağının performans, bağışıklık ve bağırsak mikrobiyotası ve verimler üzerine olumlu etkileri göstermiştir. Ayrıca sıcaklık stresi koşullarında rezenenin fizyolojik dayanıklılığı artırdığı bildirilmektedir. Bu sonuçlar, rezenenin doğal bir fitobiyotik olarak, hayvansal üretimde antibiyotiklere çevre dostu bir alternatif oluşturabileceğini ortaya koymaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, hem optimum doz standart düzeylerinin belirlenmesi hem de uzun dönemli etkilerin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Abd-Elhafeez, E. M. A., Ramadan, B. R., Abou-El-Hawa, S. H. M., Rashwan, M. R. A. (2023). *Chemical composition and antimicrobial activity of anise and fennel essential oils*. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 54(2), 127–140. <https://doi.org/10.21608/ajas.2023.177714.1211>
- AGRINFO. (2025, May 15). *Rules on prohibited antimicrobials in imported animal products*. In *The latest on EU agri-food policies impacting low-income & middle-income countries*. COLEAD. <https://agrinfo.eu/book-of-reports/rules-on-prohibited-antimicrobials-in-imported-animal-products>
- Alapala, S., Sunucu Karafakioğlu, Y., Sezer, S., Karabağ, F. (2024). Effects of adding fennel (*Foeniculum vulgare*) in rations on fattening performance and blood oxidant-antioxidant balance in rams. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(4), 842–849. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13340452>
- Al-Atheem, D. Z., Alallawee, M. H., Sayhood, M. H. (2024). *Effect of Foeniculum vulgare powder on performance, production and intestinal microflora in broiler chickens*. MINAR International Journal of Applied Sciences and Technology. <https://www.minarjournal.com>
- Al-Sagan, A. A., Khalil, S., Hussein, E. O. S., Attia, Y. A. (2020). Effects of fennel seed powder supplementation on growth performance, carcass characteristics, meat quality, and economic efficiency of broilers under thermoneutral and chronic heat stress conditions. *Animals*, 10(2), 206. <https://doi.org/10.3390/ani10020206>
- Amer, S. A., Gouda, A., Hamed, R. I., Nassar, A. H., Ali, H. S., Ibrahim, R. M., Alagmy, G. N., Abdelmoteleb, A. M. M., Althobaiti, F., Alotaibi, K. S., vd. (2025). The effects of fennel essential oil supplementation on mitigating the heat stress impacts on growth rate, blood biochemical parameters, and liver histopathology in broiler chickens. *Veterinary Sciences*, 12, 825. <https://doi.org/10.3390/vetsci12090825>
- Barros, L., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. (2010). The nutritional composition of fennel (*Foeniculum vulgare*): Shoots, leaves, stems and inflorescences. *LWT-Food Science and Technology*, 43(5), 814-818.
- Castaldo, L., Narváez, A., Izzo, L., Graziani, G., Gaspari, A., Di Minno, G., Ritieni, A. (2019). Red wine consumption and cardiovascular health. *Molecules*, 24(19), 3626.

- Çalışkan, U. K., Özçelik, B., Sazlı, A., & Sezik, E. (2010). Comparison of volatile oil from herbalist and cultivar samples of *Foeniculum vulgare* Mill. for their compliance with European pharmacopea and antimicrobial activity. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 39(3), 195-210.
- Di Napoli, M., Castagliuolo, G., Badalamenti, N., Maresca, V., Basile, A., Bruno, M., Zanfardino, A. (2022). Antimicrobial, antibiofilm, and antioxidant properties of essential oil of *Foeniculum vulgare* Mill. leaves. *Plants*, 11(24), 3573.
- EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP), Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M. de L., Christensen, H., Durjava, M., Kouba, M., Lopez-Alonso, M., López Puente, S., Marcon, F., Mayo, B., Pechova, A., Petkova, M., Ramos, F., Villa, R. E., Woutersen, R., Brantom, P., Chesson, A., Schlatter, J., Westendorf, J., Dirven, Y., Manini, P., Pizzo, F., Dusemund, B. (2023, September 28). *Safety and efficacy of feed additives consisting of essential oils from the fruit and stems of Foeniculum vulgare* Mill. ssp. *vulgare*: Bitter fennel oil for use in all animal species and sweet fennel oil for use in dogs and cats (FEFANA asbl). *EFSA Journal*, 21(10), 8348. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8348>
- Falistocco, E. (2022). Polyploid cytotypes and formation of unreduced male gametes in wild and cultivated fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Caryologia*, 75(3), 85–90. <https://doi.org/10.36253/caryologia-1804>
- Giachino, R. R. A., Avcı, A. B. (2020). Bazı rezene popülasyonlarının (*Foeniculum vulgare* Mill.) ISSR markörlerine dayalı moleküler varyasyonu. *Anadolu Journal Of Agricultural Sciences*, 5, 140-146. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.678277>
- Iommelli, P., Musco, N., Lombardi, P., Spina, A. A., Morittu, V. M., Sarubbi, F., Tufarelli, V., Ceci, E., Infascelli, F., Tudisco, R. (2025). Dietary fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) seeds supplementation affects yield, fatty acid composition and flavour profile of milk and cheese in grazing goats. *Tropical Animal Health and Production*, 57(211). <https://doi.org/10.1007/s11250-025-04456-x>
- Ivanova, S., Sukhikh, S., Popov, A., Shishko, O., Nikonov, I., Kapitonova, E., Krol, O., Larina, V., Noskova, S., Babich, O. (2024). Medicinal plants: A source of phytobiotics for the feed additives. *Journal of Agriculture and Food Research*, 16, 101172. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101172>
- İpçak, H. H., Alçiçek, A., Denli, M. (2024). Dietary encapsulated fennel seed (*Foeniculum vulgare* Mill.) essential oil supplementation improves performance, modifies the intestinal microflora, morphology, and transcriptome profile of broiler chickens. *Journal of Animal Science*, 102(1), 1–20. <https://doi.org/10.1093/jas/skae035>
- Jadid, N., Widodo, A. F., Ermavitalini, D., Sa'adah, N. N., Gunawan, S., Nisa, C. (2023). The medicinal Umbelliferae plant fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.): Cultivation, traditional uses, phytopharmacological properties, and application in animal husbandry. *Arabian Journal of Chemistry*, 16, 104541. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.104541>
- Khan, R. U., Fatima, A., Naz, S., Ragni, M., Tarricone, S., Tufarelli, V. (2022). Perspective, opportunities and challenges in using fennel (*Foeniculum vulgare*) in poultry health and production as an eco-friendly alternative to antibiotics: A review. *Antibiotics*, 11(278). <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020278>
- Kholiavska, T., Umanets, D., Tytariova, O., Umanets, R., Kuzmenko, O. (2025). Effectiveness of different levels of fennel seeds (*Foeniculum vulgare*) in the composition of feed mixtures for meat-type quails. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 73(12), 3. <https://doi.org/10.11118/actaun.2025.012>
- Kholif, A. E., Gouda, A. G., Fahmy, M., Morsy, T. A., Abdelsattar, M. M., Vargas-Bello-Pérez, E. (2023). Fennel seeds dietary inclusion as a sustainable approach to reduce methane production and improve nutrient utilization and ruminal fermentation. *Animal Science Journal*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/asj.13910>
- Lin, C. S. K., Pfaltzgraff, L. A., Herrero-Davila, L., Mubofu, E. B., Abderrahim, S., Clark, J. H., ... & Luque, R. (2013). Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective. *Energy & Environmental Science*, 6(2), 426-464.
- Magon, G., Palumbo, F., Barcaccia, G. (2025). *Genetics, genomics and breeding of fennel*. *BMC Plant Biology*, 25, 595. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06608-5>

- Mehra, N., Tamta, G., Nand, V. (2021). *A review on nutritional value, phytochemical and pharmacological attributes of Foeniculum vulgare Mill.* *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(2), 1255–1263. <https://doi.org/10.22271/phyto.2021.v10.i2q.13983>
- Moosavi-Zadeh, E., Rahimi, A., Rafiee, H., Saberipour, H., Bahadoran, R. (2023). *Effects of fennel (Foeniculum vulgare) seed powder addition during early lactation on performance, milk fatty acid profile, and rumen fermentation parameters of Holstein cows.* *Frontiers in Animal Science*, 4, 1097071. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.109707>
- Moumen, B. E., Bouzoubaa, A., Drioiche, A., Eddahmouny, M., Al Kamaly, O., Shahat, A. A., Zair, T. (2025). *Unveiling the Chemical Composition, Antioxidant, and Antimicrobial Potentials of Foeniculum vulgare Mill: A Combined In Vitro and In Silico Approach.* *International Journal of Molecular Sciences*, 26(10), 4499.
- Patil, S. S., Pawar, M. M., Patel, M. P., Patel, S. S., Modi, C. P., Patel, J. R. (2024). *Effect of fennel (Foeniculum vulgare) seed supplementation on growth performance, haemato-biochemical parameters, and faecal microbiota of Mehsana goat kids.* *Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 20(6), 16–20. *Ind J Vet Sci and Biotech* (2024): 10.48165/ijvsbt.20.6.04
- Pawar, M. M., Patil, S. S., Gami, Y. M., Patel, S. S., Raval, S. H., Modi, C. P., Patel, J. R. (2024). *Effect of dietary addition of fennel (Foeniculum vulgare) seed on growth performance, haemato-biochemical profile and faecal microbiota of Kankrej calves.* *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, Article AR5346. <https://doi.org/10.23910/1.2024.5346>
- Šunić, L., Ilić, Z. S., Stanojević, L., Milenković, L., Stanojević, J., Kovač, R., Milenković, A., Cvetković, D. (2023). *Comparison of the essential oil content, constituents and antioxidant activity from different plant parts during development stages of wild fennel (Foeniculum vulgare Mill.).* *Horticulturae*, 9(3), 364. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030364>

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIMSAL ÜRETİM ÜZERİNE ETKİLERİ**Doktora öğrencisi İrfan İNAN**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 65080 Van, Türkiye

ORCID ID: 0009-0007-0084-1394**Dr. Savaş DEMİR**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 65080 Van, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-3795-8883**Prof. Dr. Zehra EKİN**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 65080 Van, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-9727-2317**ÖZET**

Gezegenin insan kaynaklı müdahaleleri sonucu maruz kaldığı küresel ısınmaya bağlı gelişen iklim değişikliği, Dünya Meteoroloji Örgütü'nün verilerine göre, 2024 yılı 1,5 °C küresel artış oranıyla şimdiye kadar kaydedilen en sıcak yıl olarak ilan edilmiştir. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün 2025 verilerine göre ise küresel ortalama sıcaklık, sanayi öncesi döneme (1850–1900) kıyasla yaklaşık $1,55 \pm 0,13$ °C daha yüksek ölçülmüştür. Küresel ölçekte yapılan sayısal araştırma bulgularına göre, küresel boyutta sıcaklık artışının tarımsal üretim üzerinde önemli kayıplara neden olduğu ve hayvan ile bitki türlerinin iklim değişikliğine karşı son derece üretim parametreleri üzerinden olumsuz sonuçlara maruz kalacağı gösterilmektedir.

Hayvansal üretimi doğrudan etkileyen iklim değişikliğine bağlı gelişen iklim rejimindeki dalgalanmalar, çayır ve mera bitkilerinin yapısını ve kalitesini bozmakta, yem tüketiminin azalmasına, hayvansal süt, et, yumurta ve yapağı üretiminde azalmaya, hayvanların üreme performansında düşüşe, bağışıklık fonksiyonlarının olumsuz etkilenmesine ve ölüm oranlarında artışa neden olmaktadır. Bu durum, hayvanların fizyolojik ve biyolojik sistemlerini ciddi oranda negatif etkilemektedir. Bitkisel üretimde artan sıcaklık ve değişken yağışlar, özellikle dünyada buğday, mısır, pirinç ve baklagillerin veriminde kayıplara yol açmakta, erken çiçeklenme ve su stresi gibi faktörlerle ürün kalitesini düşürmektedir. İklim değişikliği sadece çevresel etkileriyle değil, aynı zamanda tarımsal üretimin verim döngüsüne zarar vererek gıda güvenliğini de tehdit etmektedir. Bu derlemede, iklim değişikliğinin tarım ve hayvancılık üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya koymak; özellikle bitkisel üretimde verim ve kalite kayıpları ile hayvansal üretimde verim, üreme performansı, bağışıklık fonksiyonları ve gıda güvenliği üzerindeki etkilerini literatür ışığında değerlendirmek amaçlanmıştır. Ayrıca, küresel ısınmanın yem kaynakları ve üretim zinciri üzerindeki yansımalarını inceleyerek, tarım ve hayvancılıkta sürdürülebilir üretim için çözüm önerileri sunabilmek hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Küresel Isınma, İklim Değişikliği, Bitkisel Üretim, Hayvansal Üretim, Tarımsal Sürdürülebilirlik.

THE EFFECTS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON AGRICULTURAL PRODUCTION

ABSTRACT

Climate change resulting from global warming caused by human intervention has led to 2024 being declared the hottest year on record, with a global temperature increase of 1.5°C, according to data from the World Meteorological Organization. According to the World Meteorological Organization's 2025 data, the global average temperature was measured to be approximately 1.55 ± 0.13 °C higher than in the pre-industrial period (1850–1900). Findings from global-scale numerical research indicate that global temperature increases cause significant losses in agricultural production and expose animal and plant species to extremely negative consequences in terms of production parameters due to climate change. Fluctuations in the climate regime associated with climate change, which directly affect animal production, disrupt the structure and quality of pasture and rangeland plants, leading to reduced feed consumption, decreased production of animal milk, meat, eggs, and wool, reduced reproductive performance in animals, impaired immune function, and increased mortality rates. This situation seriously negatively affects the physiological and biological systems of animals. Increased temperatures and variable rainfall in crop production cause losses in the yield of wheat, corn, rice, and legumes worldwide, reducing product quality through factors such as early flowering and water stress. Climate change threatens food security not only through its environmental impacts but also by damaging the productivity cycle of agricultural production. This review aims to reveal the negative effects of climate change on agriculture and livestock; specifically, to evaluate the effects on yield and quality losses in crop production and on yield, reproductive performance, immune functions, and food safety in animal production in light of the literature. Furthermore, by examining the reflections of global warming on feed resources and the production chain, the review aims to offer solutions for sustainable production in agriculture and animal husbandry.

Keywords: Global warming, climate change, crop production, livestock production, sustainability.

GİRİŞ

İklim değişikliği küresel ısınmanın etkisiyle ortaya çıkan sıcaklık artışlarının yanı sıra, doğal faktörlerin de etkisiyle Dünya'nın yerel, bölgesel ve küresel iklim sistemlerinde uzun süreli ve kapsamlı değişiklikleri ifade eder. Aşırı hava olaylarının sıklık ve şiddetinin artmasıyla karakterize edilen, küresel gıda sistemlerini tehdit eden en büyük çevresel sorundur. Sıcaklık ve hava koşullarındaki uzun vadeli değişimleri kapsar. Artan sıcaklıklar ve hava koşullarındaki ekstrem değişikliklerle ilişkilendirilmiştir. Bu değişimlerin bazıları doğal yollarla da meydana

gelebilir; örneğin, güneş aktivitelerindeki değişimler büyük volkanik patlamalar, daha uzun süren sıcak hava dalgaları ve kuraklıklar, sel ve tropikal siklonlar yağış düzenlerinde değişiklikler, fırtına sıklığının artışı ve sıcaklık stresi, su eksikliği ve hastalık görülme sıklığı gibi faktörlerle, diğer iklimsel parametrelerde kalıcı farklılıklar gözlemlenmektedir (Abdal-Wahab vd., 2025; Bashiru ve Oseni, 2025; Bilotto vd., 2024; Knox, 2024; NASA, 2025; United Nations, 2025). İklim değişikliği, modern çağın insanlık için en büyük çevresel zorluklarından biridir. İklim değişikliği, gezegenin işleyişinde köklü değişiklikler dayatmaktadır. Küresel ısınma, insanlığın sosyal gelişimini tehdit eden en büyük tehlikelerden biridir. Bu olgu, küresel iklim değişikliğinin tipik bir örneği olup, insan üretimini ve yaşamını birçok açıdan derinden etkilemiştir. Ayrıca, ısınan ve kirlenen dünya, insanlar ve hayvanlar dahil tüm yaşam biçimleri için ciddi bir tehlike oluşturmaktadır (Campos Lima, 2025; Sicuso vd., 2025; Yuan vd., 2024). İklim değişikliği, küresel ölçekte tarımsal sistemleri önemli ölçüde etkileyen kritik bir küresel sorun olarak ortaya çıkmıştır, küresel tarımsal üretim üzerinde önemli etkiler yaratmakta ve büyük belirsizliklere yol açmaktadır. Ekosistemin tüm bileşenlerini etkileyen önemli bir sorundur ve hayvancılık sektörü, gıda ve beslenme güvenliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Tarımsal verimliliğin birincil belirleyicisidir ve bu durum doğrudan dünya genelindeki gıda üretimini etkiler., tarım ve gıda güvenliği için ciddi tehditler oluşturmaktadır ve aşırı hava olayları dünya genelinde ürün verimliliğini azaltmıştır (Alotaibi, 2023; Chanchal vd., 2025; Feng vd., 2023; Kakar vd., 2023; Vijai vd., 2023). Tarım sektörü, iklim değişikliğinin getirdiği ısı stresi ile büyük bir zorlukla karşı karşıyadır. Isı stresi, hem hayvancılık hem de bitkisel üretim süreçlerinde verim kayıplarına ve sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Mevcut ısı stresi yönetim teknikleri, hayvanların, bitkilerin, insanların ve ekosistemin refahı üzerinde olumsuz yan etkilere sebep olabilir; bu da ısı stresiyle mücadelede karmaşık bir ikileme neden olmaktadır. Sektör genelinde olumsuz etkilerin baskın olduğu görülmektedir; bunlar arasında verim düşüşleri, ürün verimi üzerindeki etkileri, ürün kalitesinde azalma ve gelir kaybı yer almaktadır. Yem bitkilerinin ve kaba yemlerin kalitesini, su kaynaklarının kullanılabilirliğini, hayvansal türlerin verimliliğini , birçok coğrafi bölgede yabancı otların, zararlı böceklerin ve hastalıkların artmasına hayvan sağlığı, üreme sorunları, üreme problemleri, özellikle düşük doğurganlık oranları, daha sık görülmektedir küresel iklim değişikliği kaynaklı bitki örtüsü değişiklikleri yem kalitesini etkileyerek hayvanlar için su ve yem kaynaklarının hayvansal kaynaklı gıda bileşiminde değişikliklere Süt protein ve yağ içeriğinde, et ve yumurtadaki bazı besinlerde azalmalara yol açmaktadır. İklim değişikliği, Sürdürülebilir tarımın hem bitkisel hem de hayvanların üretim verimliliğini hem de ürün kalitesini etkilediği için küresel tarım

üretimi açısından büyük etkileri ortaya çıkarmaktadır (Alotaibi, 2023; Anwar ve Fırıncıoğlu, 2024; Attia vd., 2024; Cartwright vd., 2023; Mikó vd., 2025; Rezaei vd., 2023; Waring vd., 2025).

Bu derlemede, iklim değişikliğinin tarım ve hayvancılık üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya koymak; özellikle bitkisel üretimde verim ve kalite kayıpları ile hayvansal üretimde verim, üreme performansı, bağışıklık fonksiyonları ve gıda güvenliği üzerindeki etkilerini literatür ışığında değerlendirmek amaçlanmıştır.

2. Küresel İklim Değişikliğinin Mevcut Durumu ve Gelecek Projeksiyonları

Küresel ısınma sanayi öncesi dönemde(1850–1900) başlayarak, özellikle fosil yakıt kullanımının artmasıyla atmosferdeki sera gazı miktarının yükselmesi sonucu Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığında uzun vadeli bir artış meydana gelmesidir. İnsan kaynaklı bu ısınma, deniz seviyelerinin yükselmesi, buzulların erimesi ve aşırı hava olaylarının artması gibi önemli çevresel değişikliklere yol açmaktadır. İklim değişikliği ise, küresel ısınmanın etkisiyle ortaya çıkan sıcaklık artışlarının yanı sıra, doğal faktörlerin de etkisiyle Dünya'nın yerel, bölgesel ve küresel iklim sistemlerinde uzun süreli ve kapsamlı değişiklikleri ifade eder. Bu kapsamda, yağış düzenlerinde değişiklikler, fırtına sıklığının artışı ve diğer iklimsel parametrelerde kalıcı farklılıklar gözlemlenmektedir. İnsan refahı ve gezegen sağlığı için ciddi bir tehdittir (Bashiru ve Oseni, 2025; IPCC, 2023; NASA, 2025). Dünya Meteoroloji Örgütü, 2025 raporuna göre, küresel ortalama sıcaklık, sanayi öncesi döneme kıyasla yaklaşık $1,55 \pm 0,13$ °C daha yüksek ölçülmüştür. Bu sıcaklık artışı, atmosferdeki sera gazı yoğunluklarındaki sürekli artışla paralel olarak gerçekleşmiş ve bunun sonucunda sıcak hava dalgaları, orman yangınları, aşırı yağışlar, seller ve kuraklık gibi aşırı hava olaylarının sıklığında ve şiddetinde artışlar gözlemlenmiştir (Dünya Meteoroloji Örgütü, 2025).

Tablo 1. Küresel İklim Değişikliği Göstergelerinin 2021 ve 2024 Değerlendirmeleri (Forster vd., 2025)

Gösterge	2021 Değerlendirmesi	2024 Değerlendirmesi	Önemli Değişiklikler
Sera gazı emisyonları	559,6 Gt CO ₂ e (2010–2019)	536,52 Gt CO ₂ e (2014–2023)	Emisyon artışı yavaşladı
Sera gazı konsantrasyonu	CO ₂ : 410,1 ppm	CO ₂ : 422,8 ppm	Emisyonlar devam ediyor
Etkili radyatif zorlayıcı	2,72 W/m ² (2019)	2,97 W/m ² (2024)	Artış var; sera gazları ve aerosol etkisi
Dünya enerji dengesizliği	0,79 W/m ² (2006–2018)	0,99 W/m ² (2012–2024)	Okyanus ısınması arttı, %25 enerji artışı
Küresel ortalama yüzey sıcaklığı	1,09 °C (2011–2020)	1,24 °C (2015–2024)	Son 4 yılda 0,15 °C artış
İnsan kaynaklı küresel ısınma	1,07 °C (2010–2019)	1,22 °C (2015–2024)	İnsan etkisi artıyor

Gösterge	2021 Değerlendirmesi	2024 Değerlendirmesi	Önemli Değişiklikler
Kalan karbon bütçesi	500 Gt CO ₂ (2020 başı)	130 Gt CO ₂ (2025 başı)	1,5 °C hedefi için kalan bütçe hızla azaldı
Karasal maksimum sıcaklık	1,55 °C (2009–2018)	1,90 °C (2015–2024)	Karasal sıcaklık daha hızlı artıyor
Karasal yağış değişimi	Artış eğilimli	2023'te düşüş (El Niño etkisi)	Yıllık dalgalanmalar yüksek
Deniz seviyesi yükselmesi	201,9 mm (1901–2018)	228,0 mm (1901–2024)	Yükselme hızı arttı

Tablo 2. IPCC Tahminlerine Göre Farklı SSP Senaryolarında Küresel Isınma Seviyelerinin Gerçekleşme Yılları (Heikonen vd., 2025)

Küresel Isınma Seviyesi	SSP Senaryosu	IPCC Merkez Tahmini Geçiş Yılı (Orta Yıl)
1,5 °C	SSP1–2.6	2023–2042 (2033)
2 °C	SSP2–4.5	2043–2062 (2053)
3 °C	SSP3–7.0	2066–2085 (2076)
4 °C	SSP5–8.5	2075–2094 (2085)

Açıklamalar:

SSP (Paylaşılan Sosyo-ekonomik Yollar / Shared Socio-economic Pathways): Gelecekteki sera gazı emisyonlarını, ekonomik büyümeyi, enerji kullanımını ve nüfus artışını tanımlayan küresel sosyo-ekonomik senaryolardır.

IPCC (Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli): Küresel iklim değişikliğine ilişkin bilimsel değerlendirmeler yapan uluslararası bir kuruluş olup, iklim sistemine dair tahmin ve senaryoları raporlar.

Tabloda belirtilen “merkez tahmini geçiş yılı (orta yıl)”, ilgili küresel ısınma seviyesinin tahmini olarak gerçekleşeceği dönemin ortalama yılını ifade etmektedir.

Tablo 2’ye göre, küresel iklim değişikliğinin gelecek projeksiyonlarına göre düşük emisyon senaryosunda Paylaşılan Sosyo-ekonomik Yollar (SSP1–2.6) 1,5 °C’lik ısınma 2033’te, orta senaryoda (SSP2–4.5) 2 °C 2053’te, yüksek senaryoda (SSP3–7.0) 3 °C 2076’da ve en yüksek senaryoda (SSP5–8.5) 4 °C 2085’te gerçekleşmesi öngörülmektedir.

2.Küresel iklim değişikliğinin Bitkisel üretim üzerine etkileri

Küresel tarımsal karbon emisyonu araştırmalarının kapsamlı analizi, hem çevresel koruma hem de ekonomik kalkınma açısından karşılıklı fayda sağlayacak stratejilerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Hu vd., 2024). İnsan varlığının temeli olan tarımsal üretim, iklim değişikliğine karşı özellikle hassastır. İklim değişikliği; sıcaklık, yağış ve rüzgâr hızı gibi çevresel faktörleri değiştirerek, bitki büyüme döngülerini, aşırı hava olaylarının sıklığını ve zararlı ile hastalıkların görülme düzenlerini doğrudan veya dolaylı olarak etkilemekte, nihayetinde ürün verimi ve kalitesi üzerinde belirleyici olmaktadır. (Yuan vd., 2024)

İklim değişikliği, küresel tarımı derinden etkileyen, gıda güvenliği, ürün verimliliği ve doğal kaynaklar üzerinde önemli tehditler oluşturan, küresel tarım için ciddi bir tehdit oluşturarak gıda güvenliği, ürün verimliliği ve doğal kaynakları etkilemektedir. (Bera vd., 2025) Yağış düzenleri ve artan sıcaklıklar, ürün verimi ve tarımsal üretim üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Artan sıcaklıklar, değişen yağış düzenleri ve aşırı hava olaylarının artmasıyla olumsuz etkilenen başlıca temel gıda ürünleri arasında mısır, buğday, pirinç ve baklagiller bulunmaktadır (Chanchal vd., 2025). Artan sıcaklıklar, bitkilerin olağandan daha erken çiçek açmasına neden olmakta ve bu durum, polinatörlerin zamanlamasıyla uyumsuzluk yaratarak düşük meyve tutumu ve azalan verim ile sonuçlanabilmektedir. Büyüme evrelerinin zamanlamasını değiştirmesinin yanı sıra, artan sıcaklık su stresini yoğunlaştırmakta, bitkileri kuraklığa karşı daha savunmasız hâle getirmekte ve zararlı ve hastalıkların ortaya çıkma olasılığını artırmaktadır. Son on yıl içinde yapılan yerel saha çalışmaları, büyüme sezonunda değişimler ve genel olarak meyvecilik ürünlerinin performansında azalma olduğunu göstermektedir (Kumar ve Thakur, 2025). İklim değişikliğinin ürün verimi üzerindeki etkileri, ürün türüne, bölgeye ve uygulanan adaptasyon stratejilerine göre değişiklik göstermektedir Rezaei vd., 2023). Sonuçlar, daha sıcak sıcaklıkların ülkeler genelinde ürün verimi üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ve sıcaklık artışı eşik değerleri aştığında bu olumsuz etkilerin şiddetlendiğini göstermektedir. Örneğin: Buğday için, sıcaklık artışı 2,38 °C'nin altında ise her 1 °C artışta verim kaybı %6,1; eşik değeri aşıldığında ise her 1 °C artışta verim kaybı %8,2 olacaktır. Pirinçte, sıcaklık artışı 3,13 °C eşik değerini aştığında, her 1 °C artışta verim kaybı %1,1'den %7,1'e yükselecektir. Mısırdaki herhangi bir eşik etkisi gözlenmemiş olup, sıcaklık artışı ortalama %4,03 verim kaybına yol açmaktadır (Tran vd., 2025).

Tablo 3. Farklı Bitkisel Ürünlere Ait Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri (Tran vd., 2025)

Değişkenler	Verimlerde Göreceli Değişim (%)	Sıcaklık Değişimi (°C)	Yağış CO2 Konsantrasyonu Değişimi (%)	(ppm)	Adaptasyon Var mı (1/0)
Mısır (4526 gözlem)	Ortalama: -8,06	1,79	1,56	509,21	0,77
	Std. Sapma: 22,52	1,08	10	111,2	0,42
	Min: -100	0,1	-292,32	360	0
	Max: 135,91	5,87	44,41	935,87	1
Buğday (2212 gözlem)	Ortalama: -6,18	1,88	8,38	516,63	0,46
	Std. Sapma: 20,93	1,05	179,79	117,37	0,5
	Min: -95,51	-0,14	-676,69	330	0
	Max: 63,59	5,55	4170,24	935,87	1
Pirinç (1463 gözlem)	Ortalama: -3,48	1,81	5,6	530,75	0,46
	Std. Sapma: 16,11	1,17	35,68	119,67	0,5

Değişkenler	Verimlerde Göreceli Değişim (%)	Sıcaklık Değişimi (°C)	Yağış CO2 Konsantrasyonu (ppm)	Adaptasyon Var mı (1/0)	
	Min: -88,91	0,12	-676,69	376	0
	Max: 61,13	5,55	542,31	889,98	1

Bu çalışmada, küresel üretici adaptasyonlarının etkisi, 12.658 bölgeyi kapsayan ve küresel tarım kalorilerinin üçte ikisini temsil eden altı temel ürün için uzunlamasına veriler kullanılarak ampirik olarak tahmin edilmiştir. Çalışma, küresel ortalama yüzey sıcaklığındaki (GMST) her 1 °C artışın, yıllık $5,5 \times 10^{14}$ kcal üretim kaybına yol açtığını tahmin etmektedir (kişi başına günlük 120 kcal veya önerilen tüketimin %4,4'ü; $P < 0,001$).

3.Küresel İklim Değişikliğinin Hayvansal Üretime ve Verimler Üzerine Etkileri

Küresel ölçekte iklim değişmekte ve bu durum hayvancılığı da etkilemektedir. İklim hayvanların büyüme hızlarını, süt ve yumurta üretimini, üreme performansını, hastalık görülme sıklığını ve ölüm oranlarını, aynı zamanda yem tedarikini etkilemektedir (Cheng vd., 2022). Hayvansal ürünlere yönelik talep, büyüyen ve refah seviyesi artan dünya nüfusu nedeniyle önümüzdeki on yıllarda önemli ölçüde artması beklenmektedir. Bu talebin karşılanması, arazi sistemleri üzerinde ek baskılar oluşturacaktır. Hayvancılık ekonomisinin giderek küreselleşen tedarik zincirleri, bu etkilerin hayvanların yetiştirildiği yerlerden daha çok uzaklaşmasına neden olacaktır (Bidoglio vd., 2024). Hayvansal üretim sektörü, düşük ve orta gelirli ülkelerde iklim değişikliğinden kaynaklanan önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Bu zorluklar arasında ısı stresi, azalan yem kaynakları, artan hastalık prevalansı ve aşırı hava olayları bulunmaktadır. (Bashiru ve Oseni, 2025) Yoğun üretim sistemlerinde seller, sıcak hava dalgaları ve orman yangınları gibi aşırı hava olayları, hayvanların güvensiz koşullarda sıkışıp kalmasına, susuzluk, açlık veya ölümle karşılaşmasına neden olmaktadır (Sicuso vd., 2025). Isı stresi, süt ineklerinde yem tüketimini ve süt verimini azaltarak süt üretimini olumsuz etkiler, artan sıcaklık-nem indeksinin kuru madde alımı ve enerji düzeltmeli süt verimini anlamlı şekilde azalttığını göstermiştir. Özellikle orta laktasyon ineklerinde sıcaklık-nem indeksinin her bir birim artışı için yem tüketimi yüzde 4,13, süt verimi ise yüzde 3,25 azalmaktadır (Chen vd., 2024) Isı stresi (HS), süt ineklerinde kuru madde alımı (DMI), süt verimi (MY), yem verimliliği (FE) ve serbest su alımını (FWI) olumsuz etkiler. Bu durum hayvan refahı, sağlık ve süt çiftliklerinin karlılığı üzerinde zararlı sonuçlar doğurur (Souza vd., 2023). Sıcaklık stresi meydana geldiğinde, süt sığırları ısıyı dağıtmak ve hücreleri hasardan korumak için çeşitli fizyolojik ve hücresel mekanizmalar kullanır süt sığırlarında sıcaklık stresi süt üretimi ve üremenin azalması ile hastalık ve ölüm riskinin artması gibi birçok soruna yol açabilir (Cartwright vd., 2023). İklim

değişkenleri, homeoterminin sürdürülmesini etkileyen fizyolojik, biyokimyasal, hematolojik ve hormonal değişiklikleri tetikleyerek koyunlarda üretim ve verimliliği etkileyebilir Sıcak strese karşı toleransta etkili olan mekanizmalar arasında kürk ve deri rengi, vücut büyüklüğü, yağ dağılımı ve fizyolojik tepkiler yer almakta olup sadece kürk tipi (kıl/yün) bu dayanıklılığı belirlememektedir (McManus vd., 2020).

Tablo 4. İklim Değişikliğinin Hayvansal Üretim Üzerindeki Etkileri (Cheng vd., 2022)

Etki Türü	Gözlemlenen Etkiler	Başlıca Etkileyici Faktörler
Doğrudan Etkiler	Yem tüketiminin azalması	Artan sıcaklık (ısı stresi)
	Hayvansal süt ve et üretiminde azalma	Artan sıcaklık (ısı stresi)
	Üreme performansında düşüş	Artan sıcaklık (ısı stresi)
	Bağışıklık fonksiyonlarının olumsuz etkilenmesi	Artan sıcaklık (ısı stresi)
	Ölüm oranlarında artış	Artan sıcaklık (ısı stresi)
Dolaylı Etkiler	Yem bitkileri veriminde değişiklikler	Artan sıcaklık ve yükselen CO ₂ seviyesi
	Mera kompozisyonu ve yem üretiminde değişiklikler	Artan sıcaklık ve yükselen CO ₂ seviyesi
	Yem kalitesinde azalma	Artan sıcaklık ve yükselen CO ₂ seviyesi
	Su kaynaklarının azalması ve su kullanımının artması	Artan sıcaklık
	Kaynakların mevsimsel olarak daha değişken hale gelmesi	Aşırı iklim olaylarının artışı
	Hastalık, zararlı ve parazit baskısında artış	Artan sıcaklık ve yağış rejimindeki değişiklikler

İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak için önerilen adaptasyon stratejileri arasında yemleme sistemi yönetimi, hayvan stoklama oranlarının ayarlanması, mera ve gübre yönetimi, dönüşümlü otlatma, yangın yönetimi, tarım arazisi kullanımının değiştirilmesi, mera sulaması, hayvan sağlığı uygulamaları, zararlı ve hastalık kontrolü, üreme modellerinin değiştirilmesi, su ve toprak yönetimi, küçük çiftlik işletmelerine yönelme ve yeni yem bitkisi çeşitlerinin kullanımı yer almaktadır (Jilin Daxue Xuebao, 2023).

Sonuç olarak, küresel hayvancılık ürünlerinin tedarik zincirlerinde çevresel etkilerin anlaşılması, karasal ve deniz ekosistemlerini korumaya yönelik daha iyi düzenleyici politikalar ve bilim temelli müdahalelerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir (Bidoglio vd., 2024).

SONUÇ

Derleme çalışması, küresel iklim değişikliğinin hem bitkisel hem de hayvansal üretim üzerinde çok boyutlu ve belirgin olumsuz etkiler yarattığını ortaya sayısal veri tablolarla çıkarmaktadır. Küresel ısınmaya bağlı gelişen iklim değişikliğine bağlı olarak artan sıcaklıklar, değişen yağış düzenleri ve aşırı hava olayları, tarımsal verimliliği olumsuz etkileyerek gıda güvenliği ve

ekonomik gelir üzerinde ciddi riskler oluşturmaktadır. Bitkisel üretimde verim kayıpları, ürün kalitesindeki düşüşler ve polinatör uyumsuzlukları gözlenirken, hayvansal üretimde ısı stresi, üreme sorunları ve hastalık yaygınlığında artışlar ve yayılmalar dikkat çekmektedir. Tüm bu olumsuz etkiler, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde gıda sistemlerini daha savunmasız hâle getirmektedir. Adaptasyon stratejileri, yerel bitki ve hayvan genetik çeşitliliğinin korunması, sıcaklık stresi yönetimi, yemleme ve mera planlaması, yeni yem bitkisi çeşitleri ve su yönetimi gibi önlemleri içermekte ve üretim kayıplarını azaltmada önemli rol oynamaktadır. Küresel tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için politika yapıcılarının, ekolojiyle uyumlu ve iklim dostu uygulamaları hayata geçirmesi gerekmektedir. Ayrıca, üretici adaptasyonlarının desteklenmesi, ekosistem ve kaynak yönetimiyle entegre önlemler alınması, küresel gıda güvenliğinin korunması açısından önem taşımaktadır. İklim değişikliğine karşı sürdürülebilir tarım sistemlerinin dayanıklılığını artıracak kapsamlı stratejilerin geliştirilmesi, hem ekonomik, çevresel hem de sosyal sürdürülebilirliği sağlayarak gelecek kuşakların güvenli gıdaya ulaşmasını temin edecektir.

KAYNAKLAR

- Abdal-Wahab, S. T., Alobaidi, H. M. S., Jamal, M., Kadeem, Z. J., Mustafa, M. A., Mohsen, K. F., Hussein, L. A., ve Abdullah, H. (2025). Impact of climate change on livestock health and productivity. *Journal of Animal Health and Production*, 13(s1), 73–80. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.jahp/2025/13.s1.73.80>
- Alotaibi, M. (2023). *Climate change, its impact on crop production, challenges, and possible solutions*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 51(1), 13020.
- Anwar, A. N., ve Fırıncıoğlu, S. Y. (2024). Impacts of climate change on animal production and product quality. *Eurasian Journal of Agricultural Research*, 8(1), 107-121
- Attia, Y. A., Aldhalmi, A. K., Youssef, I. M., Bovera, F., Tufarelli, V., Abd El-Hack, M. E., El-Kholy, K. H., ve Shukry, M. (2024). Climate change and its effects on poultry industry and sustainability. *Frontiers in Veterinary Science*. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024>
- Bashiru, H. A., ve Oseni, S. O. (2025). Simplified climate change adaptation strategies for livestock development in low-and middle-income countries. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1566194. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1566194>
- Bera, R., Dey, P., Bhattacharya, P., Barik, A. K., Narasimhan, V. L., ve Quah, E. (2025). *Climate change, regenerative agriculture and carbon neutrality in the context of tea cultivation*. *International Journal of Environment and Climate Change*, 15(4), 49–70. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2025/v15i44793>
- Bidoglio, G. A., Schwarzmüller, F., ve Kastner, T. (2024). A global multi-indicator assessment of the environmental impact of livestock products. *Global Environmental Change*, 87, 102853. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102853>
- Campos Lima, M. M. (2025). The livestock sector's contribution to climate change: Reflections on the role of selected international institutions. *Environmental Policy and Law*, 1–13. <https://doi.org/10.1177/18785395251351128>
- Cartwright, S. L., Schmied, J., Karrow, N., ve Mallard, B. A. (2023). Impact of heat stress on dairy cattle and selection strategies for thermotolerance: A review. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1198697. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1198697>
- Chanchal, Sharma, R., Bhushan, H., Kumar, V., Kumari, D., Brahma, U., ve Ram, K. (2025). *Impact of climate change on agriculture and adaptive strategies: A comprehensive review*. *Agriculture*

- Association of Textile Chemical and Critical Reviews, 13(1), 311–323.
<https://doi.org/10.21276/AATCCReview.2025.13.01.311>
- Chen, L., Thorup, V. M., Kudahl, A. B., ve Østergaard, S. (2024). Effects of heat stress on feed intake, milk yield, milk composition, and feed efficiency in dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 107(5), 3207–3218. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24059>
- Cheng, M., McCarl, B., ve Fei, C. (2022). *Climate change and livestock production: A literature review*. *Atmosphere*, 13(1), 140. <https://doi.org/10.3390/atmos13010140>
- Emami, N. K., Greene, E. S., Kogut, M. H., ve Dridi, S. (2021). Heat stress and feed restriction distinctly affect performance, carcass and meat yield, intestinal integrity, and inflammatory (chemo)cytokines in broiler chickens. *Frontiers in Physiology*, 12, 707757.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2021.707757>
- Feng, X., Tian, H., Cong, J., ve Zhao, C. (2023). A method review of the climate change impact on crop yield. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1198186.
<https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1198186>
- Hu, J., Dong, J., Xu, D., Yang, Q., Liang, J., Li, N., ve Wang, H. (2024). Trends in global agricultural carbon emission research: A bibliometric analysis. *Agronomy*, 14(11), 2617.
<https://doi.org/10.3390/agronomy14112617>
- Forster, P. M., Smith, C., Walsh, T., Lamb, W. F., Lamboll, R., Cassou, C., Hauser, M., Hausfather, Z., Lee, J.-Y., Palmer, M. D., von Schuckmann, K., Slangen, A. B. A., Szopa, S., Trewin, B., Yun, J., Gillett, N. P., Jenkins, S., Matthews, H. D., Raghavan, K., ... Zhai, P. (2025). *Indicators of global climate change 2024: Annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence*. *Earth System Science Data*, 17, 2641–2680. <https://doi.org/10.5194/essd-17-2641-2025>
- Kakar, A. K., Panezai, S. A. N. A. U. L. L. A. H., ve Saqib, S. (2023). Impacts of climate change on livestock and adaptation: A meta-analysis. *Journal of Engineering and Technology Education*, 42(3), 568–587.
- Knox, R. V. (2024). *Swine fertility in a changing climate*. *Animal Reproduction Science*, 269, 107537.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107537>
- Kumar, A., ve Thakur, D. (2025). *Effects of increasing temperatures on horticultural crops in the hilly regions of Himachal Pradesh, India*. In 8th AMIFOST 2025. *BIO Web of Conferences*, 178, 01002.
<https://doi.org/10.1051/bioconf/202517801002>
- McManus, C. M., Faria, D. A., Lucci, C. M., Louvandini, H., Pereira, S. A., ve Paiva, S. R. (2020). Heat stress effects on sheep: Are hair sheep more heat resistant? *Theriogenology*, 155, 157–167.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.05.047>
- Mikó, E., Donyina, G. A., Gyalai, I. M., Baccouri, W., Yüksel, G., Köteles, D., Tóth, V., Srivastava, V., Kovács, F., ve Wanjala, G. (2025). One health agriculture: Heat stress mitigation dilemma in agriculture. *One Health*, 20, 100966. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2025.100966>
- NASA. (2025). *Global Warming*. NASA. Erişim adresi: <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures>
- Rezaei, E. E., Webber, H., Asseng, S., Boote, K., Durand, J.-L., Ewert, F., Martre, P., ve MacCarthy, D. S. (2023). *Climate change impacts on crop yields*. *Nature Reviews Earth ve Environment*.
<https://doi.org/10.1038/s43017-023-00491-0>
- Sicuso, D. A., Previti, A., Pugliese, M., ve Passantino, A. (2025). Climate change impacts on livestock and resulting effects on animal health: current challenges in food safety, consumer protection, and animal welfare. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 20, 1–3.
<https://doi.org/10.1007/s00003-025-01544-w>
- Souza, V. C., Moraes, L. E., Baumgard, L. H., Santos, J. E. P., Mueller, N. D., Rhoads, R. P., ve Kebreab, E. (2023). Modeling the effects of heat stress in animal performance and enteric methane emissions in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106(6), 4725–4737.
<https://doi.org/10.3168/jds.2022-22658>
- Tran, B. L., Tseng, W. C., ve Chen, C. C. (2025). Climate change impacts on crop yields across temperature rise thresholds and climate zones. *Scientific Reports*, 15, 23424.
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-07405-8>
- United Nations. (2025). *What is climate change?* United Nations. Retrieved October 10, 2025, from <https://www.un.org/en/climatechange/whatis-climate-change>



- van Wettere, W. H. E. J., Kind, K. L., Gatford, K. L., Swinbourne, A. M., Leu, S. T., Hayman, P. T., Kelly, J. M., Weaver, A. C., Kleemann, D. O., ve Walker, S. K. (2021). Review of the impact of heat stress on reproductive performance of sheep. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(26). <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00537-z>
- Vásquez, N., Cervantes, M., Bernal-Barragán, H., Rodríguez-Tovar, L. E., ve Morales, A. (2022). Short- and long-term exposure to heat stress differently affect performance, blood parameters, and integrity of intestinal epithelia of growing pigs. *Animals*, 12(19), 2529. <https://doi.org/10.3390/ani12192529>
- Vijai, C., Wisetsri Worakamol, W., ve Elayaraja, M. (2023). Climate change and its impact on agriculture. *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*, 11(4), 1–8. <https://doi.org/10.25303/1104ijasvm0108>
- Waring, T., Biagini, L., Bozzola, M., ve Severini, S. (2025). *Weathering the storm: A systematic review of climate change adaptation in agriculture. Methods, metrics, and impacts*. BioBased and Applied Economics. Advance online publication. <https://doi.org/10.36253/bae-16753>
- Yuan, X., Li, S., Chen, J., Yu, H., Yang, T., Wang, C., Huang, S., Chen, H., ve Ao, X. (2024). *Impacts of global climate change on agricultural production: A comprehensive review*. *Agronomy*, 14(7), 1360. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071360>

YENİLEBİLİR FİLM ve KAPLAMALARDA KULLANILAN KATKI MADDELERİ**Nurşehadet YILDIRAY**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 60250 Taşlıçiftlik,
Tokat**ORCID ID: 0009-0000-7500-0230****Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZ ATASEVER**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 60250 Taşlıçiftlik,
Tokat**ORCID ID: 0000-0002-8372-5327****ÖZET**

Nüfus artışı ile birlikte, insanların kaliteli ve güvenilir gıdaya erişim ihtiyacı artmış ve bu doğrultuda gıdaların korunması yenilebilir ambalajlar ile önem kazanmıştır. Yenilebilir ambalaj olarak da adlandırılan yenilebilir film ve kaplama uygulamaları, gıdaları korumak ve raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, gıdayla birlikte yenilebilen, sentetik olmayıp doğal kaynaklardan elde edilen gıda yüzeylerine veya gıda katmanları arasına uygulandığında nem, gaz ve katı hareketliliğinin kontrolünü sağlayabilen, yenilebilir nitelikteki ambalaj materyalleridir. Bu materyaller lipit bazlı yenilebilir film ve kaplamalar (triglesitler, vakslar, hayvansal ve bitkisel yağlar), protein bazlı yenilebilir film ve kaplamalar (hayvansal ve bitkisel) ve polisakkarit bazlı yenilebilir film ve kaplamalardan (nişasta, selüloz, gumlar, kitin/kitosan) oluşmaktadır. Yenilebilir ambalajlar, gıda ürünlerini korumanın yanı sıra sağlıklı bir alternatif sunarken, içerdikleri katkı maddeleri sayesinde performanslarını ve işlevselliklerini artırmaktadır. Yenilebilir ambalajlarda kullanılan katkı maddeleri, ürünlerin korunması ve kalitesinin artırılması açısından önemlidir. Antioksidanlar arasında E-vitamini ve askorbik asit önemli bir rol oynar. E-vitamini oksidasyonu önleyerek raf ömrünü uzatırken, askorbik asit gıda ürünlerinin renk ve lezzet kaybını engeller. Antimikrobiyal maddeler ise gıda güvenliğini artırmada kritik bir rol oynar. Örneğin, çinko oksit nanopartikülleri ve nanosilver, bakteri ve mantarların büyümesini engelleyerek ürünlerin tazeliğini korumaya yardımcı olur. Doğal ekstraktlar da yenilebilir ambalajların etkisini artırır; biberiye özü hem antimikrobiyal hem de antioksidan özellikleri sayesinde gıdalarda koruma sağlamada kullanılırken, sarımsak ekstraktı antibakteriyel etkisi ile bilinir. Renk ve tat vericiler olarak kuruyemiş özleri, ambalajlara lezzet vermek ve besin değerini artırmak için tercih edilirken, kırmızı biber ve zerdeçal gibi doğal maddeler hem renk vermek hem de lezzeti zenginleştirmek amacıyla kullanılır. Son olarak, lesitin gibi stabilizatörler ve emülgatörler, yağ ve su fazlarını karıştırarak ambalajların yapısını iyileştirmeye yardımcı olur. Bu katkı maddeleri, yenilebilir ambalajların hem işlevselliğini hem de çekiciliğini artırmayı hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: Gıda kaplamaları, Biyobozunur malzemeler, Raf ömrü, Doğal katkı maddeleri, Hidrokolloidler

ADDITIVES; USED IN EDIBLE FILMS AND COATINGS

ABSTRACT

With the increase in population, the need for access to quality and reliable food has grown, leading to the importance of food preservation through edible packaging. Edible film and coating applications, also referred to as edible packaging, are thin-layered materials that are applied to the surface of food to protect it and extend its shelf life. They are not synthetic; derived from natural sources and can control moisture, gas, and solid mobility when applied to food surfaces or between food layers. The materials used in edible packaging include lipid-based edible films and coatings (triglycerides, waxes, animal-plant fats), protein-based edible films and coatings (animal and plant), and polysaccharide-based edible films and coatings (starch, cellulose, gums, chitin/chitosan). In addition to protecting food products, edible packaging offers a healthy alternative and enhances their performance and functionality through various additives. The additives used in edible packaging are crucial for preserving products and improving their quality. Among antioxidants, vitamin E and ascorbic acid play significant roles; vitamin E extends shelf life by preventing oxidation, while ascorbic acid helps maintain the color and flavor of food products. Antimicrobial agents play a critical role in enhancing food safety. For example, zinc oxide nanoparticles and nanosilver help preserve the freshness of products by inhibiting the growth of bacteria and fungi. Natural extracts also enhance the effectiveness of edible packaging; rosemary extract is used for food preservation due to its antimicrobial and antioxidant properties, while garlic extract is known for its antibacterial effects. Nut extracts are preferred as color and flavor enhancers in packaging to enrich taste and nutritional value, while natural substances such as paprika and turmeric are used to provide color and enhance flavor. Finally, stabilizers and emulsifiers like lecithin help improve the structure of the packaging by mixing oil and water phases. These additives aim to enhance both the functionality and appeal of edible packaging.

Keywords: Food coatings, Biodegradable materials, Shelf life, Natural additives, Hydrocolloids

1. GİRİŞ

Dünyada yaşam standartlarının değişmesi ve artan nüfus ile birlikte, insanların kaliteli ve güvenilir gıdaya erişiminin artma ihtiyacının karşılanması sadece tarımsal ürün üretimi ile mümkün olmadığından ürünlerin korunması önem kazanmaktadır. Taze meyve ve sebzelerde

hasattan sonra etilen salınımı ve solunum gibi metabolik olayların devam etmesi tarımsal ürünlerin raf ömrünü kısaltmakta, ürün besin değerini azaltmakta, tat ve doku kayıpları meydana gelmektedir. Bu nedenle taze kesilmiş meyve ve sebzelerdeki kalite kayıplarını azaltmak, besin değerlerini korumak ve ürün raf ömrünü uzatmak, tat ve doku kayıplarını minimize etmek, plastik ambalajların ve kimyasal uygulamaların ürünler üzerindeki olumsuz etkilerini minimuma indirmek için çevre dostu yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden birisi yenilebilir ambalajlardır.

Yenilebilir ambalajların kullanımına yönelik ilk uygulama 12. ve 13. yüzyıllarda Çin’ de mumdan yapılan ve turuncgiller üzerine yapılan kaplamadır (Yanglar & Yıldız, 2016).

Yenilebilir ambalaj olarak da adlandırılan yenilebilir film ve kaplama uygulamaları, gıdaları korumak ve raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, gıdayla birlikte yenilebilen, sentetik olmayıp doğal kaynaklardan elde edilen gıda yüzeylerine veya gıda katmanları arasına uygulandığında nem, gaz ve katı hareketliliğinin kontrolünü sağlayabilen, yenilebilir nitelikteki ambalaj materyalleridir (Çavuşoğlu, Keskin, & Türkoğlu, 2019).

Gıda ürününün üzerini kaplamak suretiyle yenilebilir materyallerden oluşturulan ince tabakaya yenilebilir kaplama, yenilebilir materyallerden elde edilen ve daha önce şekillendirilmiş ve gıda bileşenleri üzerine ya da arasına yerleştirilebilen ince tabakaya ise yenilebilir film adı verilmektedir. Yenilebilir kaplamalar gıdalara sıvı halde uygulanır ve ürün sıklıkla solüsyona daldırılırken, yenilebilir filmlerde ise katı tabaka gibi şekillendirilir daha sonra ürüne sarılarak uygulanır (Yavuz, 2018).

Ambalaj materyali gıda ürünüyle doğrudan etkileşim halinde olduğu için FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi)’ nın belirlediği kapsamda içeriğindeki ürünler GRAS (Güvenilir) listesinde yer alması gerekmektedir. Kaplama filmlerinin kalınlıkları fazla olmamakla birlikte 0,3 mm civarındadır (Sarı, 2023).

2. YENİLEBİLİR FİLM ve KAPLAMALARIN ÖNEMİ

Yenilebilir film ve kaplamaların özellikleri:

- meyve ve sebzelerde modifiye atmosfer etkisi oluşturup kabuktan gaz geçişini azaltarak solunumu düşürme ve etilen salınımını azaltma,
- nem kaybını kontrol ederek ürün raf ömrünü uzatma ve tazeliğini koruma,
- enzimatik kararmayı önleme,
- fenolik içeriği ve antioksidan aktiviteleri koruma,
- renk bozulmasını geciktirme ile birlikte parlak ve pürüzsüz bir görünüm sağlama,

- tat ve aroma maddelerinin kaybını azaltma,
- ezilme-kırılmaya karşı mekanik koruma sağlayarak üründe bütünlük sağlama,
- mikroorganizmaların gelişimini engelleme,
- ürünle beraber tüketilebilme, şeffaf, tatsız ve kokusuz olma,
- çevre ve insan sağlığına zarar vermeme, doğada kendiliğinden yok olma.

3. YENİLEBİLİR FİLM ve KAPLAMALARIN TÜRLERİ

Yenilebilir filmleri biyolojik kaynaklı yapılarına göre 3 kısımda incelemek mümkündür (Kayaardı & Zengin, 2010): Lipitler (Çapraz bağlı triglesitler, Vakslar, Hayvansal ve bitkisel yağlar), Proteinler (Hayvansal kaynaklı olarak; kazein, peynir altı suyu, kollajen, jelatin vb., Bitkisel kaynaklı olarak; zein, soya, glüten, yer fıstığı vb.); Polisakkaritler (Nişasta (Patates, mısır, buğday, pirinç ve diğer türevleri), Selüloz (pamuk, odun ve diğer türevleri), Gumlar (guar, lokust bean, aljinatlar, karragenan, pektinler ve diğer türevleri), Kitin / kitosan'dır.

Lipit bazlı yenilebilir film ve kaplamalar nem kaybına karşı iyi bariyer olmalarını sağlayan hidrofobik özellikleri nedeniyle tercih edilmektedirler. Ürünün solunumunu azaltarak ömrünün uzamasını da sağlarlar (Oluk, 2018). Hidrofobik olmaları nedeniyle kırılğan bir yapıya sahiptirler, bu nedenle protein ve polisakkarit bazlı kaplamalarla kullanılarak daha iyi bir bariyer oluşturulmaktadır. Ayrıca meyve ve sebzelerde ürün yüzey parlaklığı için de kullanılmaktadırlar.

Protein bazlı yenilebilir film ve kaplamalar kimyasal kompozisyonu ve yapısından dolayı çok iyi oksijen, aroma ve yağ bariyeri sağlayan film ve kaplama oluşturur. Proteinlerin film ve kaplamaların hidrofilik yapısından dolayı su buharı geçirgenliği yüksek olup zayıf su bariyeri özelliği gösterirler (Tufan, 2023). Bu nedenle en az geliştirilen kaplama yöntemidir.

Polisakkarit bazlı yenilebilir film ve kaplamalar ise meyve ve sebzelerde en yaygın kullanılan kaplama yöntemidir ve gaz geçirgenliği az olan, selüloz, kitin, nişasta, yosun ve gam gibi maddelerden elde edilmekte olup, su buharına karşı iyi bir bariyer olmaları kullanım alanlarını arttırmıştır (Büyükcın, 2016). Gıdalarda oksidatif bozulmayı ve yüzeydeki esmerleşmeyi önlerler.

4. YENİLEBİLİR FİLM ve KAPLAMALARA EKLENEBİLEN KATKI MADDELERİ: FONKSİYONLAR VE UYGULAMALARI

Ambalaj endüstrisinde genel bir eğilim olarak yağlar, proteinler ve polisakkaritler gibi doğal kaynaklardan elde edilen bileşenler kullanılarak daha sürdürülebilir ambalaj çözümleri geliştirilmiştir (Bhandari ve ark., 2018, Güler & Özbey, 2024). Ancak, çoğu biyopolimer antimikrobiyal özelliklere sahip olmadığından, film bileşiminin bir diğer temel bileşeni olan

antimikrobiyal ajanların genellikle ekstra eklenmesi gerekir.

4.1 Antioksidanlar

Antioksidanlar gıda bileşenlerinin özellikle lipidlerin oksidatif stabilitelerini artırarak besin değerini korumakta ve oksidatif bozulmayı, renk değişimini önlemektedir. Asit veya fenolik bileşikler genellikle antioksidan olarak işlev görmektedir (Güler & Özbey, 2024). Oksidatif bozulma, gıdaların kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Taze ürünlerde ve işlenmiş gıdalarda bozulma ve besin kaybına önemli ölçüde katkıda bulunan oksidatif bozunmayı önleyerek kaplamaların geliştirilmesinde önemli bir rol oynar. Tokoferoller, askorbik asit ve polifenoller gibi doğal antioksidanlar, serbest radikalleri nötralize ederek gıda ürünlerinin duysal ve besinsel kalitesini koruma yetenekleri nedeniyle çok değerlidir. Bu antioksidanlar sıklıkla kitosan, nişasta veya aljinat gibi kaplamalara dahil edilir ve burada gıda yüzeylerindeki oksidatif reaksiyonları azaltan dengeleyici ajanlar olarak işlev görürler (Krishnan ve ark., 2025; Pekdoğan, Akkemik, & Hallaç, 2024; Shahidi & Wanasundara, 1997).

Örneğin; biberiye ve yeşil çay özlerinin gıda koruma özellikleri üzerine yapılan çalışmalar, bu bileşiklerin hem oksidasyonu hem de mikrobiyal büyümeyi engellemede etkili olduğunu göstermektedir (Nieto ve ark., 2018; Huang ve ark., 2018). Askorbik asit, 4-heksilresorsinol, sistein ve glutatyon gibi bazı sülfür içeren aminoasitler; enzimatik esmerleşmeyi önleme potansiyellerinden dolayı ayrı ayrı ve kombinasyon halinde geniş bir şekilde çalışılmıştır (Ocak & Demircan, 2020).

Askorbik asitle birleştirilmiş nişasta bazlı kaplamalar, mango ve ananas gibi taze kesilmiş tropikal meyvelerin görsel ve besin kalitesini korumada etkili olduğu bildirilmiştir (Dai, ve diğerleri, 2024). Üzüm çekirdeği özütü ile birleştirilmiş kitosan kaplamalarda ise, uzun süreli depolama sırasında çileklerde kahverengileşmeyi ve sertlik kaybını azalttığı gösterilmiştir (Gupta, ve diğerleri, 2020).

4.2 Antimikrobiyal Maddeler

Esansiyel yağlar ve organik asitler gibi doğal antimikrobiyal ajanlar, biyopolimer kaplamaların mikrobiyal bariyer özelliklerini güçlendirmede önemli rol oynamaktadır. Bu katkı maddeleri, *Salmonella* ve *E. coli* dahil olmak üzere çok çeşitli bozulma mikroorganizmaları ve gıda kaynaklı patojenlerle etkili bir şekilde mücadele ederek gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatır. Pektin, selüloz ve kitosan gibi kaplamalara dahil edilerek, aktif bir koruma tabakası sağlarlar (Ocak & Demircan, 2020; Krishnan ve ark. 2025). Yenilebilir film ve kaplamalarda en yaygın olarak kullanılan antimikrobiyaller; potasyum sorbat, sodyum benzoat, sorbik asit, trisodyum

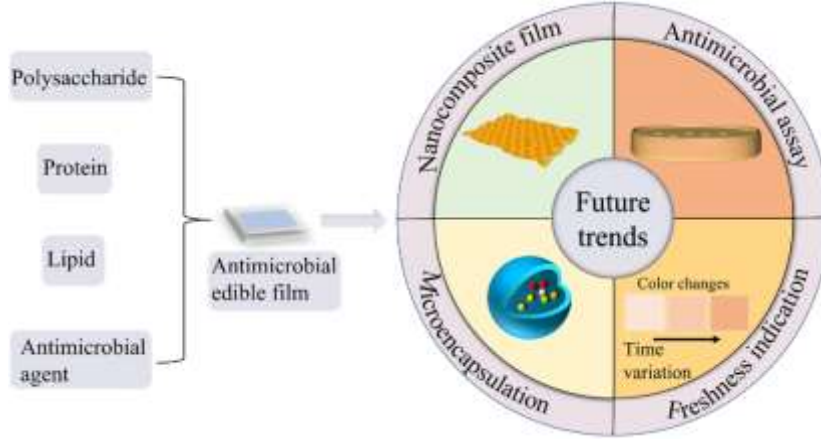
fosfat, laktik asit, laurik asit, pediosin, nisin, laktikin, etilen diamin tetra asetik asit (EDTA), kitosan, yeşil çay tozu, üzüm çekirdeği ekstresi, baharatlar/uçucu yağlar veya bunların bileşenleri, tiyosülfonatlar, imazali, albumin, izotiyosiyanatlar, benomyl, gümüş ve enzimlerdir. Lizozim, laktoperoksidaz ve glukoz oksidaz enzimleri kaplama çözeltilerinde antimikrobiyal ajanlar olarak kullanılmaktadır (Eser & Doğruer, 2022). Filmlere bitki ekstresi ilave edilerek antimikrobiyal karakterde filmler yapılması amaçlanmaktadır (Güler & Özbey, 2024).

Bu bitki özleri, yenilebilir ambalajlarda kararmayı önleyici maddeler, besin maddeleri, renklendiriciler ve antimikrobiyal ajanlar olarak işlev gösterebilir. Bitki özlerinin dahil edilmesi, ambalaj malzemelerinin mekanik, termal, biyolojik ve diğer fizikokimyasal özelliklerini geliştirmektedir. Yapılan çalışmalarda nar kabuğu özü, ahududu özü, yeşil çay özü, yaban mersini özü, böğürtlen özü, maydanoz, üzüm ve yaban mersini posası özütlerinin yanı sıra yeşil çay özlerinin, tarçın, karanfil ve yıldız anason özlerinin ve greyfurt çekirdeği özünün, yenilebilir ambalajlar ve gıda ürünlerinin termal, mekanik, biyolojik ve diğer özelliklerini iyileştirdiği bildirilmiştir (Kumar ve ark., 2023). Kahramanoğlu ve Usanmaz (2022), Camarosa çeşidi çilek meyvelerinin muhafazası için kontrol, yenilebilir kaplama ve keten tohumu yağı ile zenginleştirilmiş yenilebilir kaplama uygulamalarında keten tohumu yağı ile zenginleştirilmiş kaplamaların, çilek meyvelerinde ağırlık kaybını önlediğini, hastalık şiddetini azalttığını, meyve eti sertliğini koruduğunu ve askorbik asit içeriğini muhafaza ettiğini göstermiştir. Xu vd. (2001) soya proteini izolatu, pullulan ve gliserol çözeltisini kullanarak oluşturduğu materyali, kivi meyvelerinde kullanmış, araştırma sonucunda kivi meyvelerinde olgunlaşmanın yavaşladığını, meyve etinde yumuşama süresinin uzadığını ve raf ömrünün 3 kat uzadığını tespit etmişlerdir. Alves vd. (2017), taze kesilmiş elmalara ferulik asit içeren soya protein bazlı kaplama kullanmış ve çalışma sonucunda raf ömrünün uzadığı, meyve ağırlık kayıplarının ve esmerleşmenin azaldığı belirlenmiştir.

Etkili olmalarına rağmen, antimikrobiyal ajanların uzun süreli depolama süreleri boyunca kararlılığını ve işlevselliğini korumada sorunlar olabilmektedir. Örneğin, uçucu yağlar oldukça uçucu olup, bu da hızlı buharlaşmaya ve etkinliğin azalmasına neden olabilir. Mikrokapsülleme ve nanokapsülleme gibi kapsülleme teknolojileri, kontrollü salım mekanizması sağlayarak bu sınırlamaları gidermek için geliştirilmektedir. Diğer bir zorluk ise gıda ambalajlarında doğal antimikrobiyallerin kullanımıyla ilişkili yüksek üretim maliyetleri ve düzenleyici engellerdir (Krishnan ve ark., 2025).

Çeşitli bilimsel teknolojilerin antimikrobiyal yenilebilir filmlerin gelişimine nasıl entegre

edilebileceğine dair daha kapsamlı bir araştırmaya ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir. Antibakteriyel yenilebilir filmlerdeki son gelişmeler ve gelecekteki eğilimler Şekil 1'de verilmiştir (Wang ve ark., 2024).



Şekil 1. Antibakteriyel yenilebilir filmde son gelişmeler ve gelecekteki trendler (Wang et all 2024)

4.3 Yenilebilir Filmlerde Nanoteknoloji Uygulamaları

Nanoteknoloji, mükemmel bariyer, mekanik, termal, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip nanoambalaj geliştirmek için gıda ambalaj sektöründe kullanılan yeni bir teknolojidir. Yakın gelecekte nanoambalaj üretiminin toplam gıda ambalajının %25' ini kapsaması beklendiği bildirilmektedir (Kumar ve ark., 2023).

Bu uygulamalar yenilebilir filmlere spesifik işlevsellik kazandırmak için filmlere nanomateryalin ince bir film oluşturacak şekilde ilave edilerek nano boyutta üretilmesini kapsar.

Nanometre ölçekli parçacıkların kullanımı, homojen bir kaplama ve ürünlerle daha fazla yüzey teması sağlar. Bu yenilebilir kaplamaların bir diğer avantajı da kontrollü salınımdır; böylece aktif maddeler (örneğin antimikrobiyaller, antioksidanlar) kademeli olarak ve zaman içinde salınır. Bu özellik, yenilebilir kaplamaları stabil hale getirir ve hassas biyoaktif bileşenleri bozulmaya karşı korur (Moradinezhad ve ark., 2025).

Demir oksit (FeO), gümüş oksit (Ag₂O), çinko oksit (ZnO), karbon oksitler, magnezyum oksit (MgO), titanyum dioksit (TiO₂) ve silikon dioksit (SiO₂) gibi bazı metallerin ve metaloksitlerin nanoparçacıklarının belirli koşullar altında antimikrobiyal gıda bileşenleri olarak kullanımı yaygındır. Bunun yanı sıra; UV koruma aktivitesi ve oksidasyon önleme etkisi nedeniyle de gıda ambalajlarının özelliklerini iyileştirmek için filmlere eklenirler. Yapılan çeşitli çalışmalarda da nanoteknoloji uygulamaları kullanılarak üretilen yenilebilir filmlerin, su buharı geçirgenliği, optik özellikler, mekanik direnç, uzama mukavemeti gibi özellikler açısından daha iyi niteliklere sahip oldukları ve daha yüksek antibakteriyel, antifungal ve antioksidan aktivite

gösterdikleri tespit edilmiştir (Şen & Güner, 2023).

Nanopartiküllerin yenilebilir ambalajlarla kullanımı ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda kil nanopartiküllerinin gaz değişimini kontrol ettiği ve biyolojik olarak parçalanabildiği, nano titanyum dioksit partiküllerinin ambalajdan gıdaya geçerek koruma sağladığı, UV ışığı bloke ettiği, bakteri ve küflere karşı etkili olduğu ve *Penicillium expansum*' un çoğalmasını engellediği; bitki dokuları, mantarlar ve bakteriler gibi çeşitli biyolojik ajanlar kullanılarak biyosentez yoluyla üretilen altın nanopartiküllerinin gram pozitif ve gram negatif patojenik bakteriler üstünde yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu, gümüş nanopartiküllerin bakteri hücrelerine nüfuz ederek DNA' ya zarar verdiği, moleküllerdeki kükürt, oksijen veya nitrojen içeren elektron donör gruplarına bağlanarak adenozintrifosfat (ATP) sentezini ve DNA replikasyonunu inhibe etmekte ve sonunda hücrenin ölmesine yol açtığı tespit edilmiştir.

4.4 Fiziksel Hasarların Önlenmesi İçin Doku Değiştiriciler

Pektolitik enzimler, meyve dokularında sertlik kaybına yol açar ve bu nedenle bu enzimin aktivitesini engellemeye yönelik her türlü girişim, sertliğin korunmasına yardımcı olur. Doku güçlendirici adı verilen aktif maddeler içeren yenilebilir kaplamaların uygulanması, depolama sırasında meyve ve sebzelerin dokusal yumuşamasını en aza indirebilir. Bu bileşikler, poligalakturonaz aktivitesini geciktirir ve membranın yapısal bütünlüğünü korur. Taze kesilmiş meyvelerdeki yumuşama olayını kontrol altına almak için kalsiyum tuzları yaygın olarak kullanılır ve sertlik koruyucu olarak kabul edilir (Owusu-Akyaw Oduro, 2021). Bu özellikler, ambalajların mekanik özellikleri geliştirilerek, uluslararası taşımacılık ve depolama alanlarında saklanabilmesine önemli katkılar sağlar.

Mekanik Güçlendiriciler: Selüloz lifleri, nano selüloz, mikro fibriler selüloz ve kitin nanokristalik yapılar, ambalajların yapısal bütünlüğünü artırır. Bu özellikler, ambalajların yapısal bütünlüğünü artırır. Bu özellikler, ambalajlara sağlamlık, esneklik ve darbe direnci kazandırılarak, bozulma zararlarını önler.

Plastikleştiriciler: Gliserol, sorbitol, propilen glikol ve polietilen glikol gibi maddeler, ambalajların kalıcılığını artırır ve su tutma kabiliyetini geliştirir. Bu özellikleri, ambalajların farklı sıcaklık ve nem koşullarındaki özelliklerini geliştirir.

Sertlik Arttırıcılar: Kalsiyum karbonat, talk, silika ve bentonit gibi özellikler, ambalajların mekanik özelliklerinin değişmesini ve esneklik bütünlüğünü sağlar. Ayrıca nem kontrolü yaparak, ambalajların yapısını artırır.

Yapısal Modifikatörler: Nişasta, pektin, protein izolatları ve keratinler, ambalajların bağlayıcı özelliklerini geliştirir.

Çapraz Bağlayıcılar: Glutaraldehit, sitrik asit, kalsiyum iyonları ve enzimler, parçacıklar arası bağlantıları sağlayarak ambalajların dayanıklılığını bütünlüğünü artırır. Bu yapıların, kimyasal değişimlerinin kontrol edilmesiyle ambalajların değişimini geliştirir.

Takviye Malzemeleri: Montmorillonit, grafen, karbon nanotüpler ve zeolit, ambalajlara yüksek mekanik dayanıklılık ve esneklik ve dayanıklılık kazandırır. Bu özellikler, ayrıcalıklı karakteristik özellikler ve nem kontrolü sağlayarak ambalajların özelliklerini artırır. Sonuç olarak, bu doku değiştiriciler ambalajların mekanik direncini artırır, yapısal bütünlüğünü güçlendirir ve esneklik yaratır (Hu et all 2013; Salmieri ve ark 2014; Heinze et all, 2016; Rosales-Córdova ve ark 2018; Owusu-Akyaw Oduro, 2021; Gao ve ark, 2024 Krishnan ve ark 2025;).

SONUÇ

Tüketicilerin sağlıklı, kaliteli ve güvenilir ürüne ulaşma isteği yeni tekniklerin geliştirilmesini sağlamış ve yenilebilir ambalajların kullanım alanını genişletmiştir. Gıda ambalajlama teknolojisinde sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği açısından yenilebilir film ve kaplamalara eklenen katkı maddelerinin rolü kritik öneme sahiptir. Bu araştırmada; yenilebilir ambalajlar ve bu ambalajlara eklenen katkı maddelerinin, taze kesilmiş meyve ve sebzelerde raf ömrünü uzatması, ürün kalite kayıplarını azaltması, sürdürülebilir olması ve ürünlerle birlikte tüketilebilmesi, olgunlaşmayı geciktirmesi, tat ve doku kayıplarını önlemesi, mikrobiyal bozulmaları engellenmesi, hastalıkların oluşumunu önlemesi, çalışmaları çeşitlendirilmiştir. Doğal kaynaklı antioksidanlar ve antimikrobiyal ajanların gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmada ve kalite parametrelerini korumada etkin bir strateji olduğunu ortaya koymaktadır. Antioksidan katkı maddeleri, özellikle tokoferoller, askorbik asit ve polifenoller, lipidlerin oksidatif stabilitesini artırarak gıdaların besinsel değerini korumaktadır. Benzer şekilde, esansiyel yağlar ve organik asitler içeren antimikrobiyal ajanlar, patojen mikroorganizmaların gelişimini engelleyerek gıda güvenliğine katkı sağlamaktadır. İncelenen çalışmalarda, doğal kaynaklı bileşenlerin sentetik alternatiflere kıyasla daha güvenli ve sürdürülebilir olduğu görülmektedir. Gelecekteki çalışmalar, bu katkı maddelerinin optimize edilmiş kombinasyonları ve farklı gıda gruplarındaki spesifik uygulamalarına odaklanmalıdır. Ayrıca, biyopolimer kaplama teknolojilerinin endüstriyel ölçekte uygulanabilirliğinin araştırılması önem arz etmektedir. Sonuç olarak, yenilebilir film ve kaplamalara eklenen doğal katkı maddeleri, gıda endüstrisinde sürdürülebilir ve sağlıklı ambalaj çözümleri sunmak için umut verici bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Bal, E., & Zilci, M. (2022). Yenilebilir Kaplama Uygulamalarının Trabzon Hurması (Diospyros kaki L.) Muhafazasına Etkileri. *8(2)*, 198-199.
- Bulut, M. O., & Elibüyük, U. (2017). Yengeç Kitininden Kitosan Üretimi. *10(2)*, 213-215.
- Büyükcan, M. B. (2016). Taze Kayısların Kalite Özelliklerinin Termal Olmayan Tekniklerle Muhafazası ve Sayısal Görüntüleme İle Değerlendirilmesi. 6-20.
- Candan, T., & Bağdatlı, A. (2018). Gıda Ürünlerinde Yenilebilir Film ve Kaplama Uygulamaları. *5(2)*, 646-649.
- Çavuşoğlu, Ş., Keskin, N., & Türkoğlu, N. (2019). *Yenilebilir Film ve Kaplamaların Hasat sonrası Meyvelerin Soğukta Muhafazasında Kullanım Olanakları*.
- Dai, L., Wang, X., Mao, X., He, L., Li, C., Zhang, J., & Chen, Y. (2024). Recent advances in starch-based coatings for the postharvest preservation of fruits and vegetables. *328*, 121736.
- Eser, Y., & Doğruer, Y. (2022). Gıdalarda Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar. *(28)*, 19-26.
- Gao, Y., Liu, R., & Liang, H. (2024). Food Hydrocolloids: Structure, Properties, and Applications. *13(7)*, 1077.
- Gupta, M., Dey, S., Marbaniang, D., Pal, P., Ray, S., & Mazumder, B. (2020). Grape seed extract: having a potential health benefits. *57(4)*, 1205-1215.
- Güler, E. A., & Özbey, E. (2024). Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Gıda Katkı Maddelerinin Kullanımı, Uygulama Yöntemleri ve Alanları. *1(1)*, 48-53.
- Heinze, T., Siebert, M., Berlin, P., & Koschella, A. (2015). Biofunctional Materials Based on Amino Cellulose Derivatives – A Nanobiotechnological Concept. *16(1)*, 10-42.
- Hu, C.-M. J., Fang, R., Copp, J., Luk, B., & Zhang, L. (2013). A biomimetic nanosponge that absorbs pore-forming toxins. *8*, 336-340.
- İşlek, F. (2022). Kavunda (Cucumis Melo L.) Farklı Organik Gübreler İle Yenilebilir Kaplamanın Dilimlenmiş Meyvelerde Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri. 3-12.
- İzmir, R. (2019). Üvezin (Sorbus Domestica L.) Muhafaza Süresine ve Kalite Özelliklerine Bazı Yenilebilir Kaplama Uygulamalarının Etkileri. 2-9.
- Kahramanoğlu, İ., & Usanmaz, S. (2022). Ketan Tohumu Yağı ile Zenginleştirilmiş Yenilebilir Kaplamanın Camarosa Çilek Çeşidinin Meyvelerinin Soğukta Muhafazası Üzerine Etkileri. *3(2)*, 92-93.
- Karagöz, Ş., & Aslıhan Demirdöven. (2019). Effects Of Some Edible Coating on Quality of Ready-To-Eat Amasya Apples. *44(1)*, 61-62.
- Kayaardı, S., & Akkara, M. (2019). Yenilebilir Film ve Kaplamalar. 82-87.
- Kayaardı, S., & Zengin, C. (2010). Gıda Endüstrisinde Kitosanın Ambalaj Materyali Olarak Kullanımı. 137-144.
- Koçak, H., & Bal, E. (2016). Hasat Sonrası UV-C ve Yenilebilir Yüzey Kaplama Uygulamalarının Kiraz Meyve Kalitesi ile Muhafaza Süresi Üzerine Etkileri. *4(1)*, 79-82.
- Krishnan, R. R., Olasupo, A., Patel, K., Bolarinwa, I., Oke, M., Okafor, C., Ifie, I. (2025). Edible biopolymers with functional additives coatings for postharvest quality preservation in horticultural crops: a review. *9*, 1-14.
- Kumar, L., Ramakanth, D., Akhila, K., & Gaikwad, K. K. (2021). Edible films and coatings for food packaging applications: a review. *20*, 887-891.
- Kumar, N., Pratibha, Prasad, J., Yadav, A., Upadhyay, A., Neeraj, Kieliszek, M. (2023). Recent Trends in Edible Packaging for Food Applications-Perspective for the Future. *15*, 718-747.
- Kuzgun, N. K., & İnanlı, A. G. (2012). Kitosan Üretimi ve Özellikleri İle Kitosanın Kullanım Alanları. *6(2)*, 16-21.
- Mannozi, C., Tylewicz, U., Chinnici, F., Siroli, L., Rocculi, P., Dalla Rosa, M., & Romani, S. (2018). Effects of chitosan based coatings enriched with procyanidin by-product on quality of fresh blueberries during storage. 18-24.
- Moradinezhad, F., Adiba, A., Ranjbar, A., & Dorotskar, M. (2025). Edible Coatings to Prolong the Shelf Life and Improve the Quality of Subtropical Fresh/Fresh-Cut Fruits: A Review. *11(6)*, 577.
- Müftüoğlu, F. (2010). Yenilebilir Kaplama ve Modifiye Atmosfer Paketlemenin Kayısının (Kabaası) Kalite Özelliklerine ve Muhafazasına Etkileri. 4-11.

- Nasr, F., Pateiro, M., Rabiei, V., Razavi, F., Formanek, S., Gohari, G., & Lorenzo, J. (2021). Chitosan-Phenylalanine Nanoparticles (Cs-Phe Nps) Extend the Postharvest Life of Persimmon (*Diospyros kaki*) Fruits under Chilling Stress. 1-18.
- Nieto, G., Ros, G., & Castillo, J. (2018). Antioxidant and Antimicrobial Properties of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.): A Review. 5(3), 98.
- Ocak, Ö. Ö., & Demircan, B. (2020). Lezzet bileşenleri ve biyoaktif maddelerin yenilebilir film ve kaplamalar ile gıda sistemlerinde taşınması ve işlevselliğe etkileri. 26(7), 1245-1252.
- Odetayo, T., Tesfay, S., & Ngobese, N. Z. (2022). Nanotechnology- Enhanced Edible Coating Application on Climacteric Fruits. 2150-2157.
- Oluk, C. A. (2018). Yarı İşlenmiş Meyve ve Sebzelerin Muhafaza Yöntemleri. 1(1), 102-119.
- Owosu, K., & Oduro, A. (2021). Edible Coating.
- Öz, A. T., & Süfer, Ö. (2012). Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Kalite Üzerine Yenilebilir Film ve Kaplamaların Etkisi. 10(1), 85-87.
- Pekdoğan, E., Akkemik, E., & Hallaç, B. (2024). Bitkisel Ekstraktlarının Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Kullanımı. 14(1), 276-278.
- Ros, G., Nieto, G., & Castillo, J. (2018). Antioxidant and Antimicrobial Properties of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.): A Review. 5(3), 98.
- Rosales-Córdova, A., Castañeda-Guzmán, R., & Sanchez-Aké, C. (2018). Zinc blende phase detection in ZnO thin films grown with low doping Mn concentration by double-beam pulsed laser deposition, 29, 18971-18977.
- Sallan, S., & Ertugay, M. F. (2011). Meyve ve Sebzelerde Vaks Uygulamaları. 36(3), 153-157.
- Sarı, M. (2023). Etilen Uygulanarak ve Etilen Uygulanmadan Yetiştirilen Taze Kesilmiş Muzlarda Yenilebilir Kaplama İşleminin Uygulanması. 20-30.
- Shahidi, F., & Wanasandura, P. (1997). Measurement of Antioxidant Activity: A Review. 4(3), 185-210.
- Sohail, M., Afridi, S., Khan, R., Ullah, F., & Mehreen, B. (2014). Combined Effect of Edible Coating And Packaging Materials on Post Harvest Storage Life Of Plum Fruits. 134-136.
- Şen, K., & Güner, K. G. (2023). Nanoteknolojisinin Yenilebilir Filmlere Uygulanması. 11(1), 411-422.
- Tekin, O. (2023). 1-Mcp (1-Metilsiklopropan) Ve Yenilebilir Kaplama Malzemelerinin Red Chief Standart Elma Çeşidi İle Kırmızı Aslık Ve Pamuk Mahalli Elma Çeşitlerinin Muhafazası ve Raf Ömrü Üzerine Etkileri. 2-7.
- Tokatlı, K., & Demirdöven, A. (2015). Kitosan ve Kitosan Bazlı Yenilebilir Film Uygulamaları. 13(4), 348-350.
- Topuz, F. C., & Boran, G. (2018). Jelatin Bazlı Yenilebilir Film ve Kaplamalar. 16(3), 332-334.
- Tufan, E. G. (2023). Yenilebilir Kaplamanın ve Farklı Kurutma Yöntemleri Kullanılan Havucun Kalite Özelliklerine Etkisi. 15-27.
- Tufan, E. G., Akpınar Borazan, A., & Koçkar, Ö. M. (2021). A Review on Edible Film and Coating Applications for Fresh and Dried Fruits and Vegetables. 8(2), 1074-1080.
- Tural, S., Sarıcaoğlu, F. T., & Turhan, S. (2016). Yenilebilir Film ve Kaplamalar: Üretimleri, Uygulama Yöntemleri, Fonksiyonları ve Kaslı Gıdalarda Kullanımları. 15(1), 84-91.
- Xu, S., Chen, X., & Sun, D.-W. (2001). Preservation of kiwifruit coated with an edible film at ambient temperature. 50(4), 211-216.
- Yangılar, F., & Yıldız, P. (2016). Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıda Endüstrisinde Kullanımı. 5(1), 27-35.
- Yavuz, Y. (2018). Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.) Meyvesinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Farklı Yenilebilir Kaplamaların Etkisi. 1-16.
- Yüksel, Ç., Atalay, D., & Erge, H. S. (2020). Yenilebilir Kaplamaların Taze Kesilmiş Meyve ve Sebzelerde Kullanımı. 45(2), 341-346.
- Yüksel, N., İstek, M., & Bulca, S. (2020). Peyniraltı Suyu Proteinlerinin Gıda Ambalajlamada Film ve Kaplama Materyali Olarak Kullanımı. 10(2), 1042-1048.

**SCHIFF BAZ VE NİTRO-FENANTROLİN KO-LİGAND Cu(II) VE Fe(II)
KOMPLEKSLERİNİN SENTEZ VE KARAKTERİZASYONU****Doç. Dr. Ahmet Oral SARIOĞLU**

Gaziantep University, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Naci
Topçuoğlu Vocational School, 27310, Gaziantep, Türkiye
Gaziantep University, Uluğ Bey High Technology Application and Research Center (ULUTEM),
27310 Gaziantep, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7787-7968**Doç. Dr. Hatice Gamze SOĞUKÖMEROĞULLARI**

Gaziantep University, Department of Medical Services and Techniques, Vocational School of Health
Services, 27310, Gaziantep, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-0575-8131**ÖZET**

Schiff bazlar, aldehit veya keton bileşikler ile birincil aminlerin kondenzasyon reaksiyonu sonucu oluşan ve yapılarında karakteristik olarak $-C=N-$ imin grubunu bulunduran önemli organik ligandlardır. Bu ligandlar, kolay sentezlenebilmeleri, yapısal çeşitlilik göstermeleri ve elektron verici ya da çekici gruplarla fonksiyonelleştirilebilmeleri sayesinde koordinasyon kimyasında geniş bir kullanım alanına sahiptir. Schiff bazlar, özellikle oksijen ve azot donor atomları aracılığıyla geçiş metalleri (Cu(II), Co(II), Ni(II), Fe(II)) ve lantanit iyonları (Eu(III), Tb(III), Sm(III) vb.) ile kararlı kompleksler oluşturur. Schiff baz metal kompleksleri hem temel koordinasyon kimyası açısından hem de uygulamalı bilimlerde büyük öneme sahiptir. Bu kompleksler; katalitik süreçlerde, sensör tasarımlarında, antikanser ve antimikrobiyal ajan geliştirilmesinde, ayrıca optoelektronik ve manyetik materyal sentezinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, 2-hidroksi-5-nitrobenzaldehit ve 4-bromoanilin bileşiklerinden Schiff bazı ligandı sentezlenmiştir. Elde edilen Schiff bazı ve 5-nitro-1,10-fenantrolin ligandı ile Cu(II) ve Fe(II) metal tuzlarından karışık ligand kompleks bileşikler sentezlenmiştir. Sentezlenen karışık ligand kompleks bileşiklerinin yapıları NMR (ligand için), UV-Vis, FT-IR ve LC-MS/MS gibi spektroskopik yöntemlerin yanı sıra elementel analiz ve elektrolitik iletkenlik gibi ölçümlerle aydınlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: Schiff baz, Metal Kompleks, 5-nitro-1,10-fenantrolin, Karakterizasyon

**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SCHIFF BASE AND NITRO-
PHENANTHROLINE CO-LIGAND Cu(II) AND Fe(II) COMPLEXES
ABSTRACT**

Schiff bases are important organic ligands formed by the condensation reaction of aldehyde or ketone compounds with primary amines, containing a characteristic $-C=N-$ imine functional group. These ligands are widely used in coordination chemistry due to their ease of synthesis, structural diversity, and ability to be functionalized with electron-donating or electron-

withdrawing substituents. Schiff bases readily form stable complexes with transition metals (Cu(II), Co(II), Ni(II), Fe(II)) and lanthanide ions (Eu(III), Tb(III), Sm(III), etc.) through oxygen and nitrogen donor atoms. Schiff base metal complexes are of great significance in both fundamental coordination chemistry and applied sciences. These complexes have found extensive applications in catalytic processes, sensor design, development of anticancer and antimicrobial agents, as well as in the synthesis of optoelectronic and magnetic materials.

In this study, Schiff base ligand was synthesized from 2-hydroxy-5-nitrobenzaldehyde and 2-bromoaniline compounds. Mixed ligand complex compounds were synthesized from the obtained Schiff base and 5-nitro-1,10-phenanthroline ligands and Cu(II) and Fe(II) metal salts. The structures of the synthesized mixed ligand complex compounds were elucidated by spectroscopic methods such as NMR (for ligand), UV-Vis, FT-IR, and LC-MS/MS and by measurements such as elemental analysis and electrolytic conductivity.

Keywords: Schiff base, Metal Complex, 5-nitro-1,10-phenanthroline, Characterization

1. INTRODUCTION

Schiff bazları, bir primer amin ile bir karbonil bileşiğinin (aldehit veya keton) kondenzasyonu sonucu oluşan ve yapısında karakteristik azometin ($-C=N-$) fonksiyonel grubunu içeren bileşiklerdir. İlk olarak Hugo Schiff tarafından 1864 yılında tanımlanan bu ligandlar, organik ve koordinasyon kimyasında oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir (Zhang et al. 2023). Kolay sentezlenebilir olmaları, elektronik olarak ayarlanabilir yapıları ve çoklu koordinasyon kabiliyetleri sayesinde Schiff bazları, özellikle geçiş metalleriyle oluşturdukları komplekslerde dikkat çekici fizikokimyasal özellikler sergilemektedir (Juyal et al. 2023; Mushtaq et al. 2024). Son yıllarda, Schiff baz-metal komplekslerinin biyolojik, katalitik ve optik/manyetik uygulamalarda büyük potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur. Geçiş metali kompleksleri, özellikle oksidasyon, redüksiyon ve C-C bağ oluşumu gibi reaksiyonlarda yüksek katalitik verim göstermektedir (Malav and Ray 2025). Ayrıca, biyolojik açıdan aktif Schiff bazları ve bunların kompleksleri antibakteriyel, antifungal, antioksidan ve antikanser aktiviteleri nedeniyle farmasötik kimya alanında yoğun ilgi görmektedir (Mushtaq et al. 2024; Wang et al. 2024). Bu tür aktiviteler genellikle metal iyonu türü, ligandın elektronik özellikleri ve kompleksin lipofilitesi ile yakından ilişkilidir; dolayısıyla yapı-etkinlik ilişkilerinin (SAR) incelenmesi ilaç tasarımı açısından büyük önem taşımaktadır (Mushtaq et al. 2024).

Son zamanlarda, yüksek verimleri, basit çalışma yöntemleri, sentez kolaylığı ve çeşitli kullanımları nedeniyle karışık ligand kompleksleri çok fazla ilgi görmüştür. Günümüzde,

özellikle 1,10-fenantrolin ligandı içeren karışık ligand kompleksleri üzerinde birçok çalışma yapıldığı görülmüştür (Abd El-Halim, Mohamed, and Khalil 2017; Sogukomerogullari et al. 2025). 1,10-fenantrolinin sert ve düzlemsel yapısı, iki aromatik nitrojen atomu aracılığıyla çeşitli metal iyonlarıyla şelat oluşturmaya olanak tanır. Ek olarak, piridin halkaları diğer moleküllerle veya π - π istiflenmesi yoluyla diğerleriyle etkileşime girebilir (Uluçam et al. 2022).

Bu çalışmada, Schiff bazlarının geçiş metalleriyle oluşturduğu kompleksler ile karışık ligand sistemlerinin sentez ve karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, farklı donör atomları içeren Schiff baz ligandlarının metal iyonlarıyla etkileşimi ve ko-ligandların koordinasyon davranışına etkisi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular, komplekslerin yapısal özelliklerinin ve koordinasyon geometrilerinin anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Schiff Baz Ligandının Sentezi (L₁)

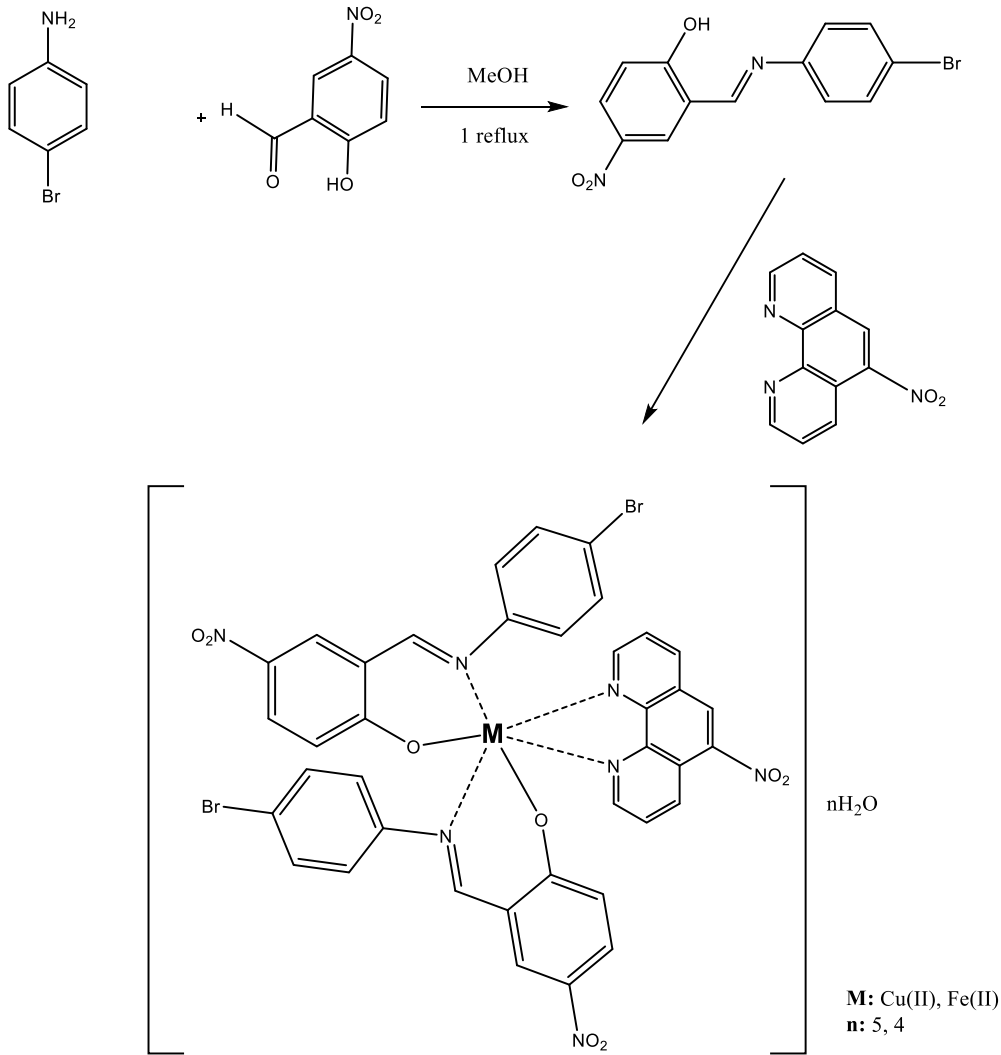
2-hidroksi-5-nitrobenzaldehit (0.167 g, 1 mmol) ve 4-bromoanilin (0.172 g, 1 mmol) alınarak metanol içerisinde 70 °C'de 1 saat reflüks yapılarak Schiff bazı ligandı (L₁) 2-(((4-bromofenil)imino)metil)-4-nitrofenol sentezlendi (Şekil 1) (van Dyk et al. 2023). Verim = 76 %, E.N. = 181–183 °C. UV–Vis (DMF) $\lambda_{\max}$ (Abs): 425 (1.117), 370 (0.822), 315 (0.387); IR ν ATR (cm⁻¹): 3084 (C-H)_{arm.}, 2985 (C-H)_{alif.}, 1618 (C=N). ¹H NMR (400 MHz, acetone-*d*₆) δ : 14.22 (s, 1H, OH), 9.19 (s, 1H, HC=N), 8.63 (s, 1H, Ar), 8.32 (s, 1H, Ar), 7.70 (s, 1H, Ar), 7.52 (s, 1H, Ar), 7.17 (s, 1H, Ar). ¹³C NMR (100 MHz, acetone-*d*₆) δ : 167.54 (-C=N), 164.32, 147.45, 133.62, 129.95, 129.35, 124.56, 121.84, 119.52, 119.01. Kapalı Formül: C₁₃H₉BrN₂O₃; Ma: 319.98 g/mol; C₁₃H₉BrN₂O₃ Teorik (%): C, 48.62; H, 2.83; N, 8.72. Bulunan (%): C, 48.61; H, 2.66; N, 8.36.

2.2. Karışık Ligand Metal Komplekslerinin Sentezi

Schiff baz ligand (L₁) (1 mmol) ve 5-nitro-1,10-fenantrolin (L₂) (0.5 mmol) ligandları 25 mL etanolde çözüldü üzerine metal tuzlarından (Cu(II) ve Fe(II)) (0.5 mmol) eklenerek 70 °C de 1 saat karıştırıldı. Çöken madde süzüldü, dietileter ve saf su ile yıkandı. Elde edilen ürün desikatörde kurutuldu.

[Cu(L₁)₂(L₂)]·5H₂O: Verim = 78 %, E.N. = 318 °C dekompoze. UV–Vis (DMF) $\lambda_{\max}$ (Abs): 436 (0.836), 378 (1.116); IR ν ATR (cm⁻¹): ν (Ar-CH) 3074, ν (Alp-CH) 2927, ν (N–O) 1311 & 1230, ν (C=N) 1612. Hesaplanan: C: %44.79, H: %3.26, N: %9.62; Bulunan: C: %44.15, H: %2.99, N: %9.23. LC-MS/MS (m/z): 935 [Cu(L₁)₂(L₂)–5H₂O+6H]⁺.

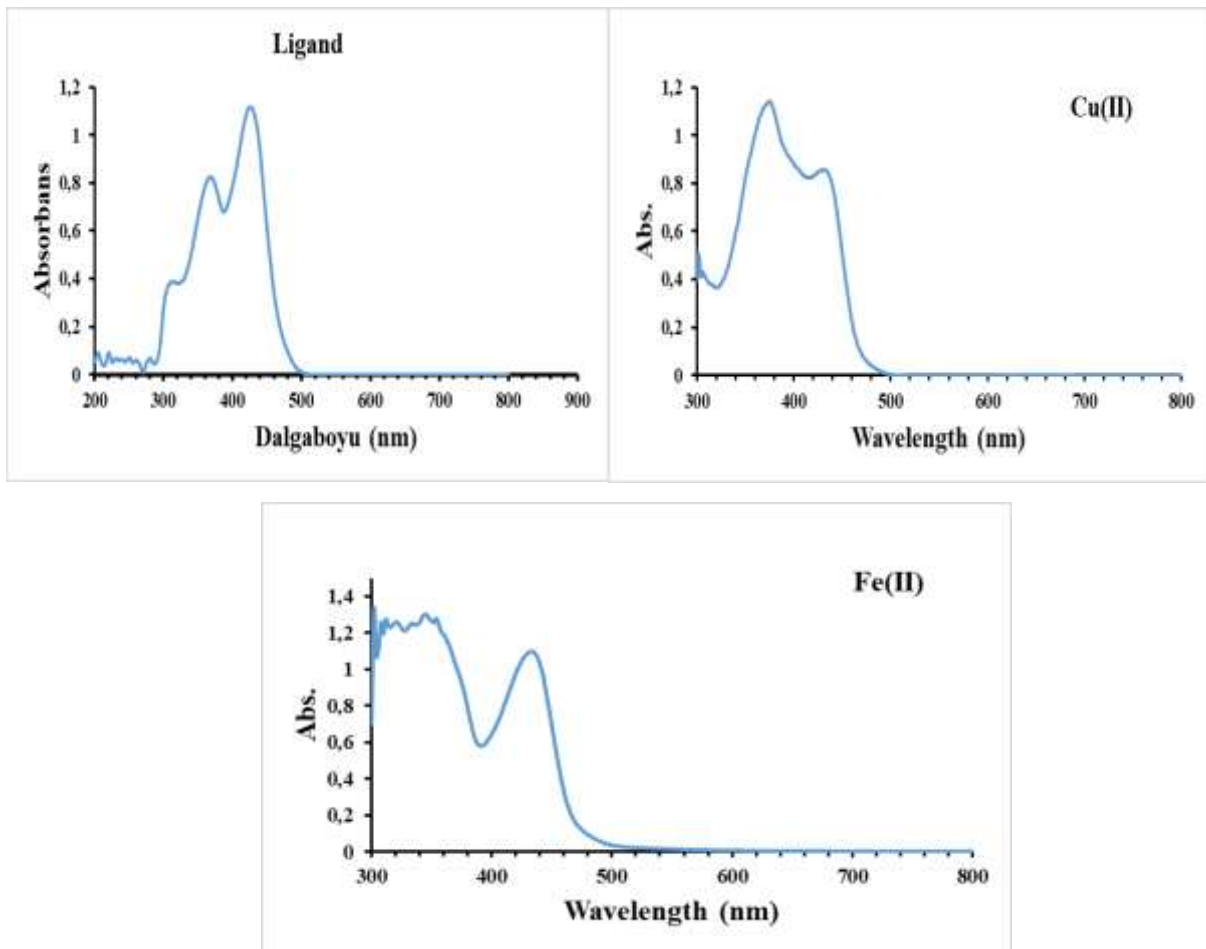
[Fe(L₁)₂(L₂)].4H₂O: Verim = 69 %, E.N. = 322 °C dekompoze. UV–Vis (DMF) λ_{max} (Abs): 438 (1.064), 362 (1.167); IR v ATR (cm⁻¹): v(Ar-CH) 3066, v(Alp-CH) 2931, v(N–O) 1330 & 1296, v(C=N) 1616; Hesaplanan: C: %45.95, H: %3.15, N: %9.87; Bulunan: C: %45.59, H: %2.99, N: %9.33. LC-MS/MS (m/z): 921 [Fe(L₁)₂(L₂)–4H₂O]⁺.



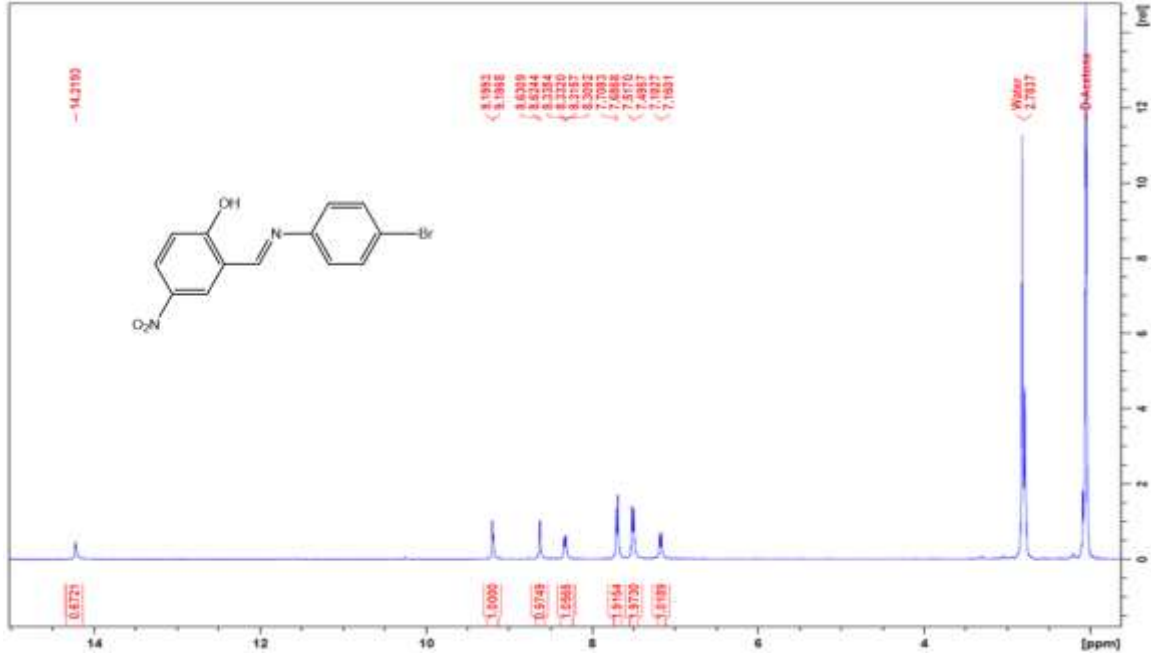
3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada sentezlenmiş olan Schiff baz ligand ve karışık ligand komplekslerinin tümünün UV-Vis spektrumlarına ait veriler; bu bileşiklerin DMF içerisinde çözünmesi gerçekleşerek 190-800 nm aralığında spekturumu incelenmiştir. 315, 370 ve 425 nm'deki ligandın en yüksek pikleri, sırasıyla π - π^* ve n - π^* geçişlerine karşılık gelmektedir. [Cu(L₁)₂(L₂)].5H₂O ve [Fe(L₁)₂(L₂)].4H₂O için en büyük pikler sırasıyla 378, 436 ve 362, 438 nm'de kaydedilmiştir (Ahmed et al. 2025; Sarıoğlu et al. 2025; Sarıoğlu and Soğukömeroğulları 2024). π - π^* ve n - π^* geçişlerinin varlığı nedeniyle, [Cu(L₁)₂(L₂)].5H₂O ve [Fe(L₁)₂(L₂)].4H₂O kompleksinin

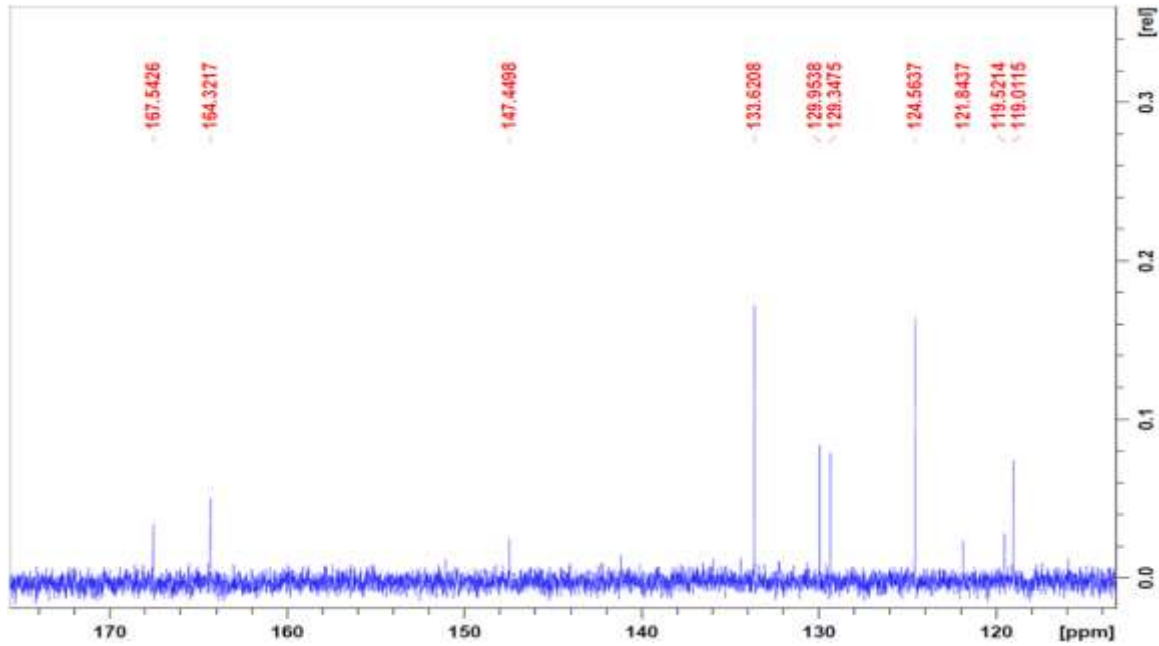
absorbansının küçük bir mavi kayma sergilediği keşfedilmiştir (Şekil 2). Ligandın (L_1) ^1H -NMR ve ^{13}C -NMR spektrumları, döterolanmış bir çözücü olan d_6 -aseton içinde kaydedilmiştir. L_1 'in ^1H -NMR spektrumu, δ 14,22 ppm (1H) değerinde bir singlet fenolik proton (Sarioğlu, Sürmelihi, et al. 2024), δ 9,19 ppm (1H) değerinde bir singlet azometin grubu ($CH=N$) protonu, δ 8,63–7,17 ppm (5H) değerinde bir çoklu aromatik proton sinyallerini göstermektedir (Sarioğlu et al. 2026). L_1 'in ^{13}C -NMR spektrumları, 167,54 ppm'de azometin grubu ($CH=N$) karbon, 164,32–119,01 ppm'de aromatik karbonlara ait sinyaller sergilemektedir (Sarioğlu, Bulut, et al. 2024; Sogukomerogullari et al. 2023) (Şekil 3 ve 4).



Şekil 2. Bileşiklerin UV-Vis spektrumları



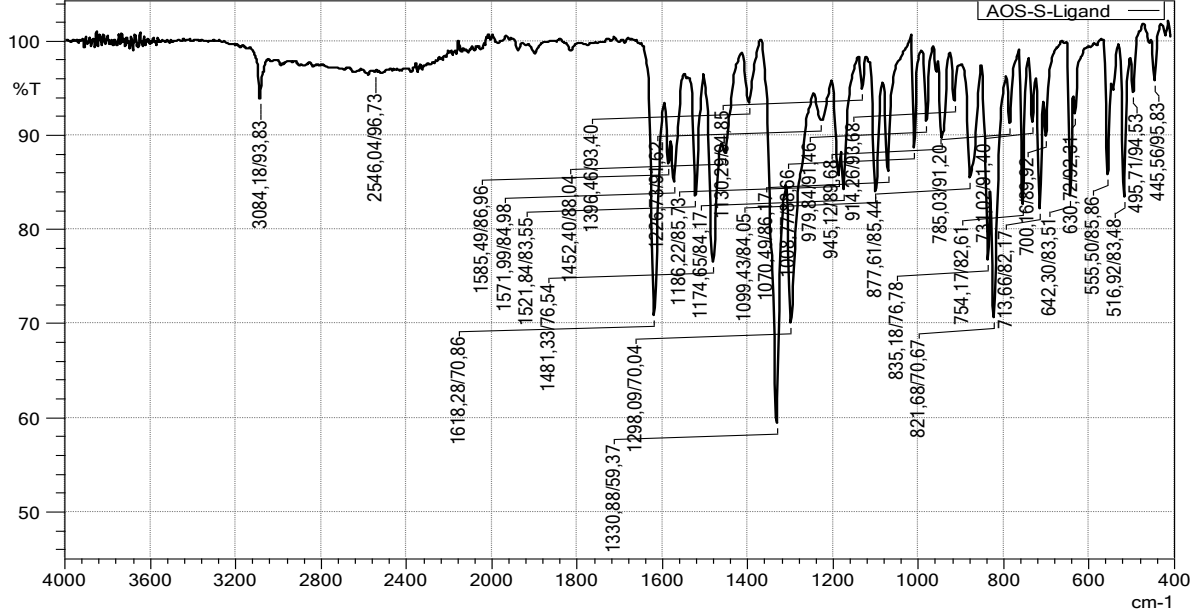
Şekil 3. L₁ bileşiğinin ¹H-NMR spektrumu



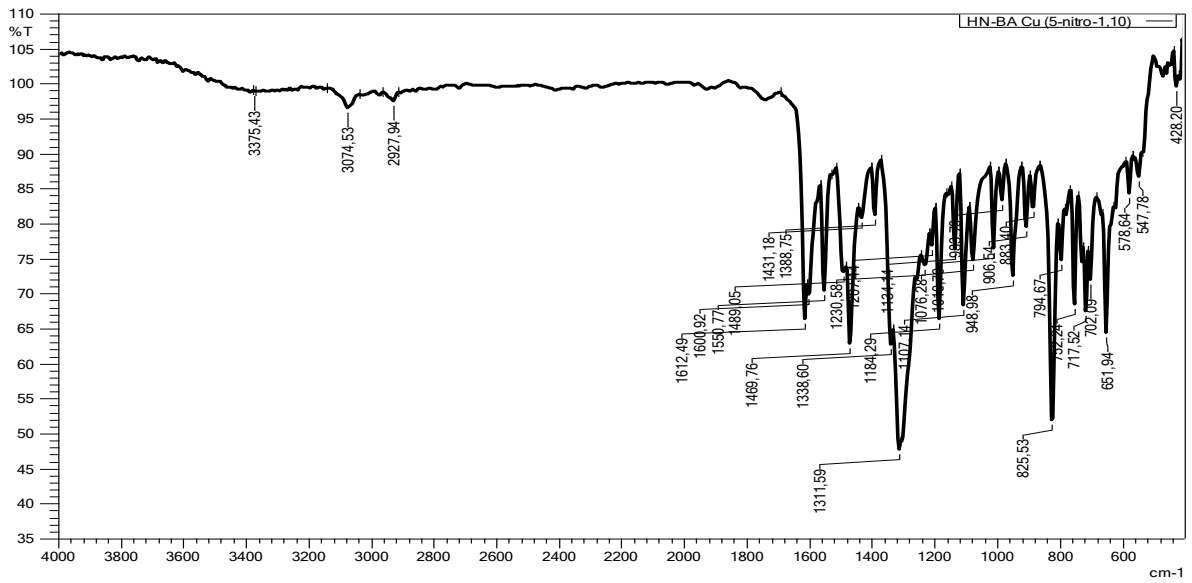
Şekil 4. L₁ bileşiğinin ¹³C-NMR spektrumu

Ligandın (L₁), [Cu(L₁)₂(L₂)].5H₂O ve [Fe(L₁)₂(L₂)].4H₂O metal kompleksleri, FT-IR spektrumları karşılaştırılarak incelenmiştir. Ligand ve karışık ligand Cu(II) ve Fe(II) kompleksleri için sırasıyla 3084, 3074, ve 3066 cm⁻¹ (Raju et al. 2025) frekanslarında aromatik karbon ν(C-H) adsorpsiyonu için bir bant görülmüştür. Ligand ve komplekslerin azometin

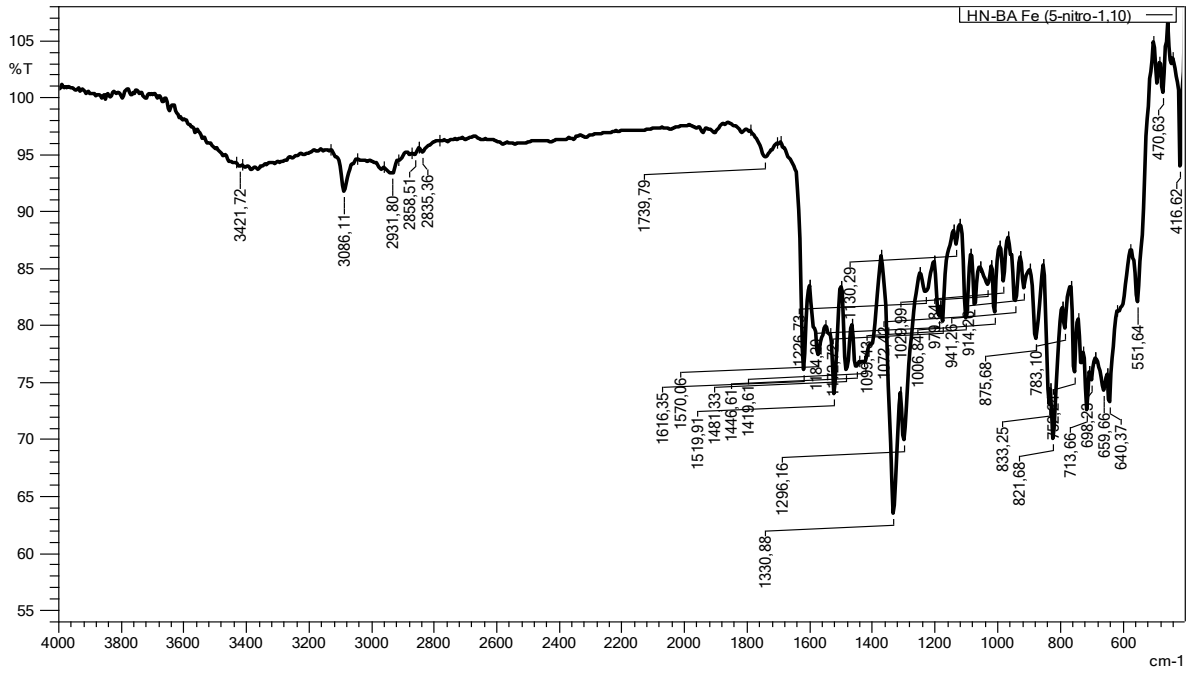
$\nu(\text{C}=\text{N})$ gerilme bandı sırasıyla 1618, 1612, ve 1616 cm^{-1} (Asran et al. 2025) frekanslarında tanımlanmıştır (Şekil 5-7).



Şekil 5. L₁ bileşiğinin FT-IR spektrumu

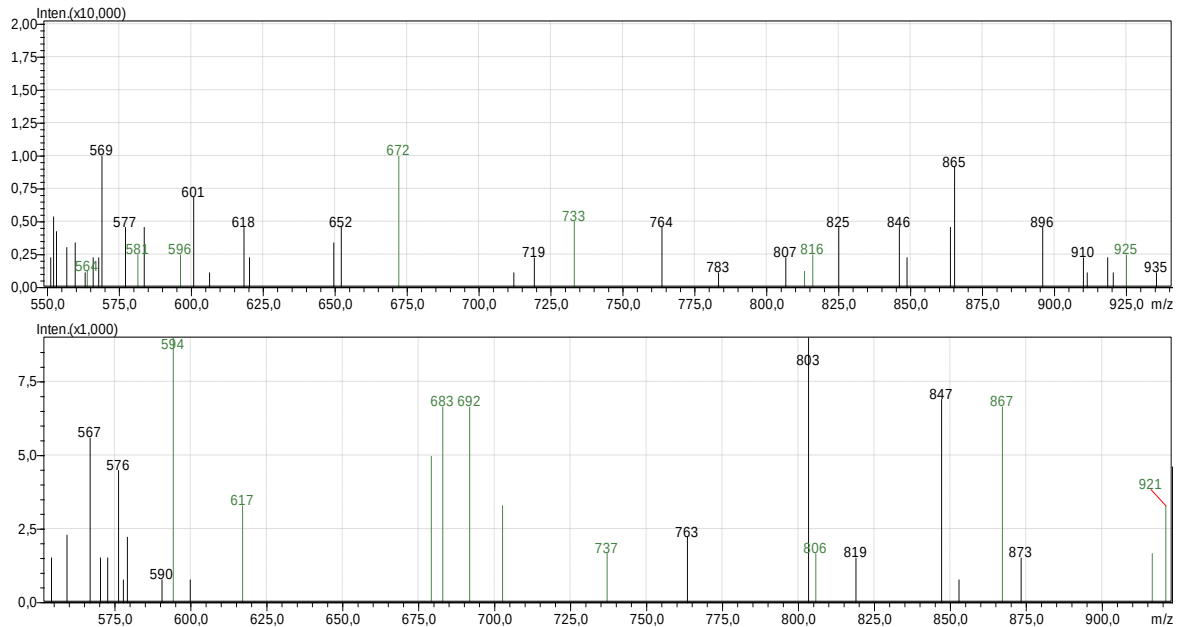


Şekil 6. $[\text{Cu}(\text{L}_1)_2(\text{L}_2)].5\text{H}_2\text{O}$ bileşiğinin FT-IR spektrumu



Şekil 7. [Fe(L₁)₂(L₂)].4H₂O bileşiğinin FT-IR spektrumu

Schiff baz ve 5-nitro-1,10-fenantrolin ligandlarından oluşan karışık ligand metal komplekslerinin moleküler iyon pikleri formül ağırlığıyla şu şekilde uyumludur: m/z: 935 [Cu(L₁)₂(L₂)-5H₂O+6H]⁺, m/z: 921 [Fe(L₁)₂(L₂)-4H₂O]⁺ (Şekil 8).



Şekil 8. Sentezlenen bileşiklerin kütle spektrumu

4. SONUÇ

Bu çalışma neticesinde, ‘O’ ve ‘N’ tipi donör atom taşıyan ligandlara ait metal kompleksleri ile ilgili literatüre katkı sağlamıştır. Bu çalışmada, 2-hidroksi-5-nitrobenzaldehit ve 4-bromoanilin tepkimesinden Schiff baz ligand olan 2-(((4-bromofenil)imino)metil)-4-nitrofenol (L_1) elde edildi. Sentezlenen ligand (L_1) ve 5-nitro-1,10-fenantrolin (L_2) ile Cu(II) ve Fe(II) asetat tuzları ile ($L_1:L_2:M$) 2:1:1 stokiometrik oranda karışık ligand metal kompleksleri sentezlendi. Bu komplekslerde metal merkezi, oksijen ve azot atomları üzerinden kompleks oluşturmuşlardır. Sentezlenen ligand (L_1) literatürdeki verilere göre elde edilmiştir (van Dyk et al. 2023). Sentezlenen karışık ligand Cu(II) ve Fe(II) metal komplekslerinin orijinal ve literatür çalışmaları ile uyumlu olduğu görülmüştür. Ayrıca, sentezlenen karışık ligand komplekslerin elektrolitik iletkenliği bulunmadığı gözlenmiştir. Sentezlenen metal komplekslerin manyetik duyarlılık değerleri $[Cu(L_1)_2(L_2)].5H_2O$ 2.38 B.M. ve $[Fe(L_1)_2(L_2)].4H_2O$ 4.92 B.M olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, karışık ligand Cu(II) ve Fe(II) kompleks bileşiklerinin oktahedral geometriye sahip olduğu bulunmuştur. Literatür çalışmaları incelendiğinde Schiff baz ile 5-nitro-1,10-fenantrolin ligandlarından elde edilen karışık ligand komplekslerinin biyolojik olarak aktif olması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Abd El-Halim, Hanan F., Gehad G. Mohamed, and Eman A. M. Khalil. 2017. “Synthesis, Spectral, Thermal and Biological Studies of Mixed Ligand Complexes with Newly Prepared Schiff Base and 1,10-Phenanthroline Ligands.” *Journal of Molecular Structure* 1146:153–63. doi:10.1016/j.molstruc.2017.05.092.
- Ahmed, Yasmin M., Mostafa A. Elgendi, Mohamed M. Omar, Gehad G. Mohamed, and Reem G. Deghadi. 2025. “Synthesis, Characterization, Antimicrobial, Antioxidant Studies, Molecular Docking and DFT Calculations of Novel Schiff Base and Its Metal Complexes.” *Journal of Molecular Structure* 1326:141076. doi:10.1016/j.molstruc.2024.141076.
- Asran, Aml M., Ahmed Khalid Aldhalmi, Eid Nassar Ali Musa, Ayman A. Fayek, M. S. A. Mansour, and Ahmed A. El-Sherif. 2025. “Tridentate N-Donor Schiff Base Metal Complexes: Synthesis, Characterization, Computational Studies, and Assessment of Biomedical Applications in Cancer Therapy, Helicobacter Pylori Eradication, and COVID-19 Treatment.” *Inorganic Chemistry Communications* 171:113371. doi:10.1016/j.inoche.2024.113371.
- van Dyk, Hannah, Frederick Jacobus Francois Jacobs, Robin Edward Kroon, Tshepiso Jan Makhafole, and Alice Brink. 2023. “Characterisation, Structural Investigations and Biological Activity of Substituted Salicylidene-Based Compounds.” *Journal of Molecular Structure* 1276:134737. doi:10.1016/j.molstruc.2022.134737.
- Juyal, Vijay Kumar, Abhishek Pathak, Mohit Panwar, Shweta Chand Thakuri, Om Prakash, Akansha Agrwal, and Viveka Nand. 2023. “Schiff Base Metal Complexes as a Versatile Catalyst: A Review.” *Journal of Organometallic Chemistry* 999:122825. doi:10.1016/j.jorganchem.2023.122825.
- Malav, Radhika, and Sriparna Ray. 2025. “Recent Advances in the Synthesis and Versatile Applications of Transition Metal Complexes Featuring Schiff Base Ligands.” *RSC Advances* 15(28):22889–914. doi:10.1039/D5RA03626G.
- Mushtaq, Irfan, Maqbool Ahmad, Muhammad Saleem, and Adnan Ahmed. 2024. “Pharmaceutical Significance of Schiff Bases: An Overview.” *Future Journal of Pharmaceutical Sciences* 10(1):16. doi:10.1186/s43094-024-00594-5.

- Raju, Senthil Kumar, Praveen Sekar, Shridharshini Kumar, Thayalaraj Christopher Jeyakumar, Murugesan Sankarganesh, Manoharan Murphy, and Chandramohan Govindasamy. 2025. "Synthesis, DFT Calculation, Molecular Docking and in Vitro Anticancer Activities of Sulphanilamide Incorporated Schiff Base Metal Complexes." *Journal of Molecular Structure* 1321:140211. doi:10.1016/j.molstruc.2024.140211.
- Sarioğlu, Ahmet Oral, Zafer Bulut, Demet Taşdemir Kahraman, Semih Güler, Özge Güngör, Ayşegül Karaküçük-İyidoğan, and Emine Elçin Oruç-Emre. 2024. "Homoleptic Metal Complexes Derived from Hydrazones as Ligand; Synthesis, Cytotoxic Activity, Photoluminescence Properties and ADMET Studies." *Journal of Molecular Structure* 1303:137496. doi:10.1016/j.molstruc.2024.137496.
- Sarioğlu, Ahmet Oral, and Hatice Gamze Soğukömeroğulları. 2024. "Süstitüe Salisiliden Schiff Bazı Metal Komplekslerinin Sentezi ve Karakterizasyonu." *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. doi:10.17714/gumusfenbil.1492674.
- Sarioğlu, Ahmet Oral, Bahar Sürmelihiindi, Hatice Gamze Sogukomerogullari, Pınar Yumrutaş, Mehmet Hakan Morcali, and Muhammet Kose. 2024. "Preparation, Characterization, Single-Crystal Analysis, and Cytotoxic Assessment of Complexes Formed by Schiff Base and 8-Hydroxyquinoline Co-Ligand with Co(II), Ni(II), and Mn(II) Metal Ions." *Polyhedron* 261:117129. doi:10.1016/j.poly.2024.117129.
- Sarioğlu, Ahmet Oral, Hakan Törer, Demet Taşdemir, Burçin Türkmenoğlu, İbrahim Tahsin Alyamaç, and Mehmet Sönmez. 2026. "A Study of the Synthesis, Characterization, Cytotoxicity Assessment, and Molecular Docking of Cu(II), Ni(II), and Co(II) Ions with Schiff Base and 1,10-Phenanthroline." *Journal of Molecular Structure* 1350:144090. doi:10.1016/j.molstruc.2025.144090.
- Sarioğlu, Ahmet Oral, Burçin Türkmenoğlu, Demet Taşdemir Kahraman, Semih Güler, Bahar Sürmelihiindi, and Mehmet Hakan Morcali. 2025. "Transition Metal Complexes of Sulfonamide-Based Schiff Base Ligand: Synthesis, Characterization, a Biological Assessment, DFT, and ADME Studies." *Journal of Molecular Structure* 1325:140907. doi:10.1016/j.molstruc.2024.140907.
- Sogukomerogullari, Hatice Gamze, Eyüp Başaran, Ahmet Oral Sarioğlu, Ayşegül Köse, and Senem Akkoç. 2023. "Synthesis, Characterization, Photoluminescence Properties and Antiproliferative Activity of New Pd(II), Ni(II) and Cu(II) Mixed Complexes Bearing Schiff Base Ligand and 1,10-phenanthroline." *ChemistrySelect* 8(24). doi:10.1002/slct.202301014.
- Sogukomerogullari, Hatice Gamze, Ahmet Oral Sarioğlu, Remziye Aysun Kepekçi, Burçin Türkmenoğlu, and Mehmet Hakan Morcali. 2025. "Copper(II), Cobalt(II), Nickel(II), and Iron(II) Mixed Complexes Formed by Schiff Base and 1,10-Phenanthroline as Secondary Chelates: Preparation, Characterization, Antimicrobial, Antioxidant, and Molecular Docking Studies." *Inorganica Chimica Acta* 583:122692. doi:10.1016/j.ica.2025.122692.
- Uluçam, Gühergöl, Ufuk Bağcı, Ayşen Şuekinçi Yılmaz, and Büşra Yentürk. 2022. "Schiff-Base Ligands Containing Phenanthroline Terminals: Synthesis, Characterization, Biological Activities and Molecular Docking Study." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 279:121429. doi:10.1016/j.saa.2022.121429.
- Wang, Li, Xuebing Zhu, Jianpeng Li, Meng Tian, Jian Huang, Yifei Li, Yifan Wang, Biyun Su, and Xiaolong Su. 2024. "A Novel One-Stepped Synthesized Schiff-Base Fluorescence Probe for Specific Recognition of Zinc Ions with Highly Sensitive and Its Application in Living Cells." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 322:124847. doi:10.1016/j.saa.2024.124847.
- Zhang, Gaopeng, Yaning Wang, Chunqing Qin, Songmei Ye, Fuming Zhang, Robert J. Linhardt, and Anqiang Zhang. 2023. "Structural Characterization of an Antioxidant Polysaccharide Isolated from the Fruiting Bodies of *Lyophyllum Decastes*." *Journal of Molecular Structure* 1285:135507. doi:10.1016/j.molstruc.2023.135507.

SCHIFF BAZ ve 1,10-FENANTROLİN KO-LİGAND ile Cu(II) ve Fe(II) METAL KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU**Doç. Dr. Ahmet Oral SARIOĞLU**

Gaziantep University, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Naci Topçuoğlu Vocational School, 27310, Gaziantep, Türkiye
Gaziantep University, Uluğ Bey High Technology Application and Research Center (ULUTEM), 27310 Gaziantep, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-7787-7968**Doç. Dr. Hatice Gamze SOĞUKÖMEROĞULLARI**

Gaziantep University, Department of Medical Services and Techniques, Vocational School of Health Services, 27310, Gaziantep, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-0575-8131**ÖZET**

Schiff bazları, yapılarında bulunan imin grubunun yüksek elektron yoğunluğu ve donör kapasitesi sayesinde metal iyonlarına karşı seçici ve güçlü koordinasyon yeteneği sergileyen çok yönlü ligandlardır. Elektronik özelliklerinin, sterik faktörlerinin ve substitüent etkilerinin kolayca modifiye edilebilmesi, bu ligandları geçiş metalleri ve lantanit iyonları ile stabil, çoğunlukla yüksek koordinasyonlu kompleksler oluşturma açısından ayrıcalıklı kılmaktadır. Elde edilen Schiff baz–metal kompleksleri; gelişmiş optoelektronik ve manyetik özellikler, kontrollü redoks davranışları ve zengin spektroskopik imzalarıyla ön plana çıkmakta; kataliz, moleküler sensörler, nanomalzeme tasarımı ve biyoinorganik kimyada güçlü araştırma alanları açmaktadır. Ayrıca antikanser, antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleriyle farmasötik açıdan potansiyel taşımaları, bu kompleksleri yalnızca temel koordinasyon kimyasının değil, aynı zamanda uygulamalı biyomedikal araştırmaların da odak noktası haline getirmektedir.

Bu çalışmada, 2-hidroksi-5-metoksi-3-nitrobenzaldehit ve 4-floroanilin bileşiklerinden Schiff bazı ligandı sentezlenmiştir. Elde edilen Schiff bazı (L_1) ve 1,10-fenantrolin (L_2) ligandı ile Cu(II) ve Fe(II) metal tuzlarından karışık ligand kompleks bileşikler sentezlenmiştir. Sentezlenen karışık ligand kompleks bileşiklerinin yapıları NMR (ligand için), UV-Vis, FT-IR ve LC-MS/MS gibi spektroskopik yöntemlerin yanı sıra elementel analiz ve elektrolitik iletkenlik gibi ölçümlerle aydınlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: Schiff baz, Metal Kompleks, 1,10-fenantrolin, Karakterizasyon

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF Cu(II) AND Fe(II) METAL COMPLEXES WITH SCHIFF BASE AND 1,10-PHENANTHROLINE CO-LIGAND ABSTRACT

Schiff bases are versatile ligands that exhibit selective and strong coordination abilities toward metal ions due to the high electron density and donor capacity of the imine group present in their structure. Their electronic properties, steric factors, and substituent effects can be easily modified, which makes these ligands privileged for forming stable, often highly coordinated

complexes with transition metals and lanthanide ions. The resulting Schiff base–metal complexes stand out with their advanced optoelectronic and magnetic properties, controlled redox behavior, and rich spectroscopic signatures, opening up powerful research areas in catalysis, molecular sensors, nanomaterial design, and bioinorganic chemistry. Furthermore, their potential for pharmaceutical applications due to their anticancer, antimicrobial, and antioxidant activities makes these complexes a focal point not only for fundamental coordination chemistry but also for applied biomedical research.

In this study, Schiff base ligand was synthesized from 2-hydroxy-5-methoxy-3-nitrobenzaldehyde and 4-fluoroaniline compounds. Mixed ligand complex compounds were synthesized from the obtained Schiff base (L_1) and 1,10-phenanthroline (L_2) ligands and Cu(II) and Fe(II) metal salts. The structures of the synthesized mixed ligand complex compounds were elucidated by spectroscopic methods such as NMR (for ligand), UV-Vis, FT-IR, and LC-MS/MS and by measurements such as elemental analysis and electrolytic conductivity.

Keywords: Schiff base, Metal Complex, 1,10-phenanthroline, Characterization

2. INTRODUCTION

Schiff bazları, çeşitli alanlarda uygulamaları olduğu tespit edilen, kapsamlı bir şekilde incelenen organik bileşik sınıflarından biridir (Goswami, Priya Gogoi, and Barman 2024). Schiff bazları, azometin grubunun varlığı nedeniyle mükemmel ligandlar olarak da işlev görürler (Thakur, Jaryal, and Bhalla 2024). Schiff bazları, azot, oksijen ve kükürt gibi çeşitli donör atomları içerdikleri ve metal iyonlarıyla kararlı koordinasyon bağları oluşturabilecekleri için çok ilginç bir ligand sınıfını temsil ederler. Son yıllarda, araştırmacılar Schiff baz ligandlarının ve bunların metal komplekslerinin sentezi ve karakterizasyonuna büyük önem vermişlerdir (Shah et al. 2024). Modern kimyanın öncü alanlarından birini çok işlevli moleküler platformların stratejik tasarımı ve sentezi oluşturur ve tek bir kimyasal varlıkta sinerjik faydalar sunar. Özellikle Schiff baz ligandları, yapısal çok yönlülükleri, sentez kolaylıkları ve ayarlanabilir elektronik özellikleri nedeniyle bu tür çok işlevlilik için mükemmel bir çerçeve sağlar (Ceramella et al. 2022). Geçiş metallerinin Schiff baz kompleksleri biyolojik olarak aktiftir ve farmasötik ve terapötik uygulamaları için incelenmektedir. Schiff baz metal kompleksleri antiviral, antibakteriyel, antioksidan, antifungal ve antikanser ajanlar olarak işlev görürler (Goswami and Barman 2026; Sogukomerogullari, Başaran, et al. 2025; Sogukomerogullari et al. 2026). Schiff baz metal kompleksleri, sentez kolaylığı, maliyet etkinliği ve yapı ve özelliklerinin ayarlanmasının kolaylığı nedeniyle çeşitli işlemler için

katalizör ve fotokatalizör olarak da etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Juyal et al. 2023; Wise et al. 2015).

Koordinasyon kimyasında Schiff baz komplekslerinin yaygın kullanımı ve biyolojik sistemlerdeki iyi belgelenmiş uygulamalarına rağmen, gelişmiş antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelere sahip yeni kompleksler tasarlamaya ihtiyaç devam etmektedir. Fe(II) ve Cu(II) gibi geçiş metalleri, biyolojik önemi ve koordinasyon yoluyla ligand aktivitesini modüle etme kabiliyetleri nedeniyle özellikle ilgi çekicidir (Elaaraj et al. 2026; Sogukomerogullari, Aytar, et al. 2025). Dahası karışık ligand kompleksleri, kolay sentezleri, basit işleme teknikleri, yüksek verimleri ve çeşitli uygulamaları nedeniyle son zamanlarda büyük ilgi görmektedir (Sogukomerogullari, Sarioğlu, et al. 2025). Schiff bazları, fosfinler, piridin, etilendiamin, bipyridin ve 1,10-fenantrolin içeren Cu (II) ve Fe (II) kompleksleri, antibakteriyel, antifungal, kimyasal algılama, antiviral ve katalitik alanlarda sayısız uygulamaları nedeniyle dikkat çekmiştir (Abdelgawad et al. 2016; Gómez-Coca et al. 2001; Loginova et al. 2008; Torres, Pinilla, and Suelves 2018; Valentini et al. 2007).

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Schiff Baz Ligandının Sentezi (L₁)

Bu çalışmada 2-hidroksi-5-metoksi-3-nitrobenzaldehyd ve 4-floroanilin bileşiklerinden Schiff bazı ligandı (L₁) 2-(((4-florofenil)imino)metil)-4-metoksi-6-nitrofenol sentezlendi (Sarioğlu et al. 2024) (Şekil 1). Verim = 80 %, E.N. = 173–175 °C. UV–Vis (DMF) $\lambda_{\max}$ (Abs): 550 (0.818), 525 (0.978), 385 (0.746), 330 (0.738), 310 (1.001); IR v ATR (cm⁻¹): 3088 (C-H)_{aromatik}, 3014 (C-H)_{alifatik}, 1610 (C=N). ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆) δ : 10.27 (s, 1H, OH), 9.07 (s, 1H, CH=N), 7.69–7.33 (m, 6H, Ar-H), 3.83 (s, 3H, OCH₃). ¹³C NMR (100 MHz, DMSO-d₆) δ : 162.86 (C-12), 160.74 (CH=N, C-7), 150.65, 149.62, 143.19, 137.88, 124.05, 123.97, 122.06, 116.95, 113.98 (ArC), 56.59 (OCH₃). Kapalı Formül: C₁₄H₁₁FN₂O₄; Ma: 290.25 g/mol; Teorik C₁₄H₁₁FN₂O₄ (%): C, 57.93; H, 3.82; N, 9.65. Bulunan (%): C, 57.99; H, 3.61; N, 9.55. LC-MS/MS (m/z): 291 [L₁+H]⁺

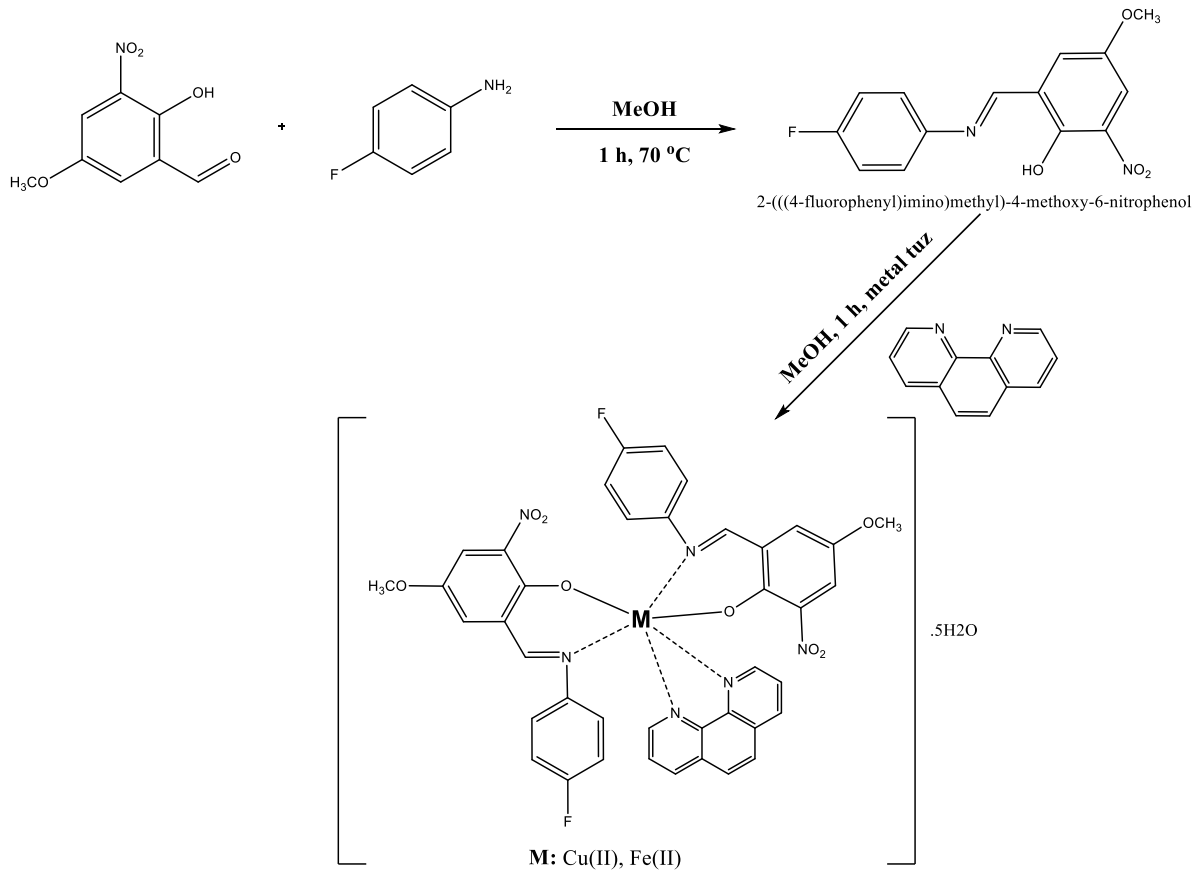
2.2. Karışık Ligand Metal Komplekslerinin Sentezi

Schiff baz ligand (L₁) (1 mmol) ve 1,10-fenantrolin (L₂) (0.5 mmol) ligandları 25 mL etanolde çözüldü üzerine metal tuzlarından (Cu(II) ve Fe(II)) (0.5 mmol) eklenerek 70 °C de 1 saat karıştırıldı. Çöken madde süzüldü, dietileter ve saf su ile yıkandı. Elde edilen ürün desikatörde kurutuldu.

[Cu(L₁)₂(L₂)].5H₂O: Verim = 88 %, E.N. = 335 °C dekompoze. UV–Vis (DMF) $\lambda_{\max}$ (Abs): 530 (0.415), 450 (1.205), 305 (1.310); IR v ATR (cm⁻¹): v(Ar-CH) 3078, v(N–O) 1334 & 1261,

$\nu(\text{C}=\text{N})$ 1631. Hesaplanan: C: %52.66, H: %4.20, N: %9.21; Bulunan: C: %51.49, H: %4.10, N: %9.30. LC-MS/MS (m/z): 823 $[\text{Cu}(\text{L}_1)_2(\text{L}_2)+\text{H}]^+$.

$[\text{Fe}(\text{L}_1)_2(\text{L}_2)].5\text{H}_2\text{O}$: Verim = 74 %, E.N. = 320 °C dekompoze. UV–Vis (DMF) λ_{max} (Abs): 525 (0.118), 445 (0.390), 303 (0.965); IR ν ATR (cm^{-1}): $\nu(\text{Ar}-\text{CH})$ 3078, $\nu(\text{N}-\text{O})$ 1319 & 1246, $\nu(\text{C}=\text{N})$ 1615; Hesaplanan: C: %53.11, H: %4.23, N: %9.29; Bulunan: C: %53.66, H: %3.63, N: %9.40. LC-MS/MS (m/z): 813 $[\text{Fe}(\text{L}_1)_2(\text{L}_2)-\text{H}]^+$.

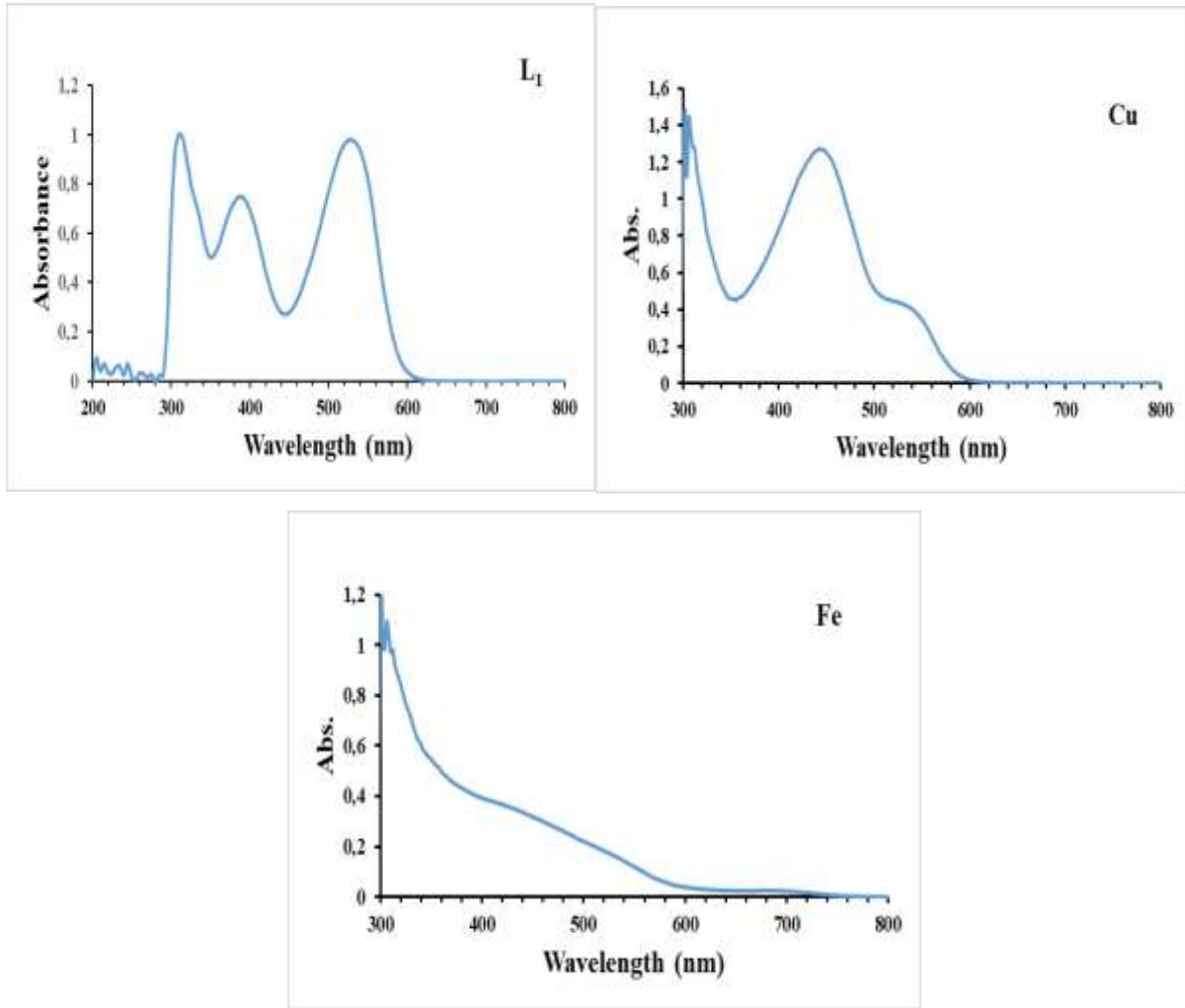


Şekil 1. Sentez şeması

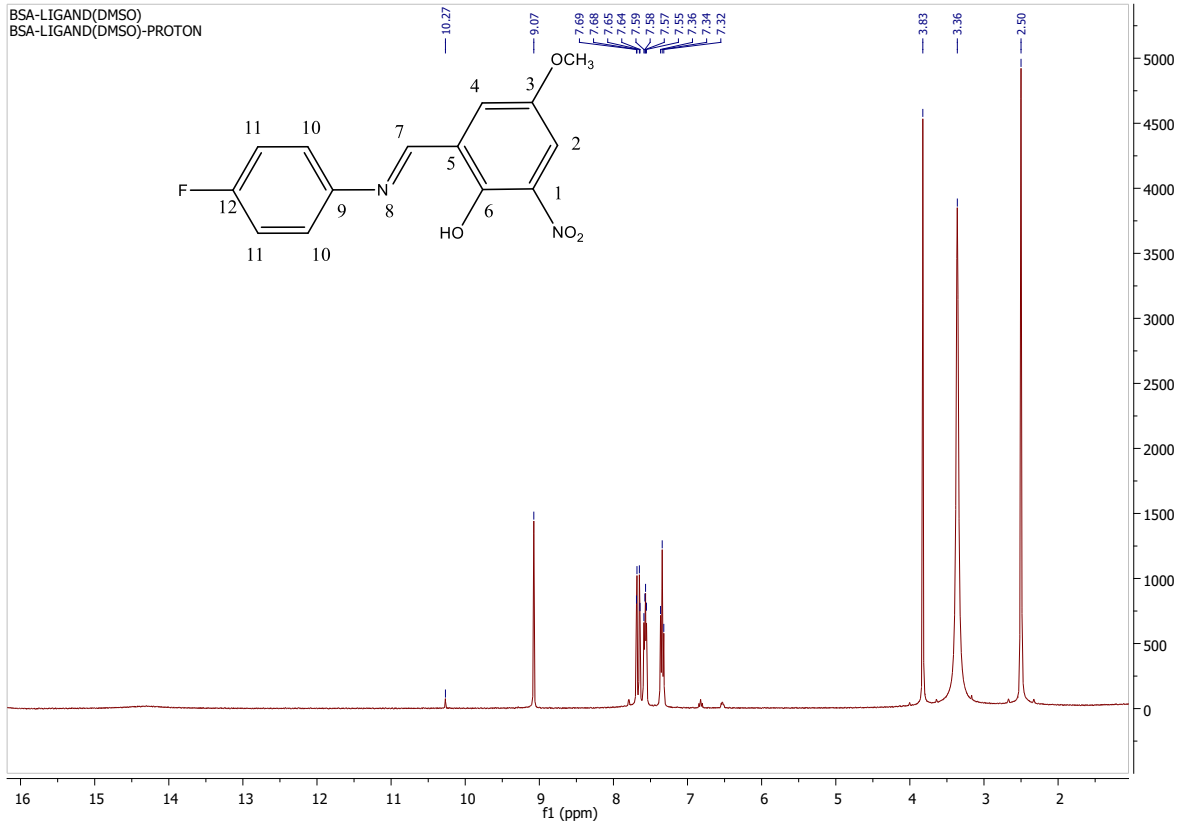
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada sentezlenmiş olan Schiff baz ligand ve karışık ligand komplekslerinin tümünün UV-Vis spektrumlarına ait veriler; bu bileşiklerin DMF içerisinde çözünmesi gerçekleşerek 190-800 nm aralığında spekturumu incelenmiştir. 310, 385 ve 550 nm'deki ligandın en yüksek pikleri, sırasıyla $\pi-\pi^*$ ve $n-\pi^*$ geçişlerine karşılık gelmektedir. $[\text{Cu}(\text{L}_1)_2(\text{L}_2)].5\text{H}_2\text{O}$ ve $[\text{Fe}(\text{L}_1)_2(\text{L}_2)].5\text{H}_2\text{O}$ için en büyük pikler sırasıyla 305, 450, 530 ve 303, 445, 525 nm'de kaydedilmiştir. $\pi-\pi^*$ ve $n-\pi^*$ geçişlerinin varlığı nedeniyle, $[\text{Cu}(\text{L}_1)_2(\text{L}_2)].5\text{H}_2\text{O}$ ve $[\text{Fe}(\text{L}_1)_2(\text{L}_2)].5\text{H}_2\text{O}$ kompleksinin absorbandsının küçük bir mavi kayma sergilediği keşfedilmiştir (Şekil 2) (Sarıoğlu et al. 2025, 2026). Ligandın (L_1) ^1H -NMR ve ^{13}C -NMR spektrumları, döterolanmış bir çözücü olan d_6 -DMSO içinde kaydedilmiştir. L_1 'in ^1H -NMR

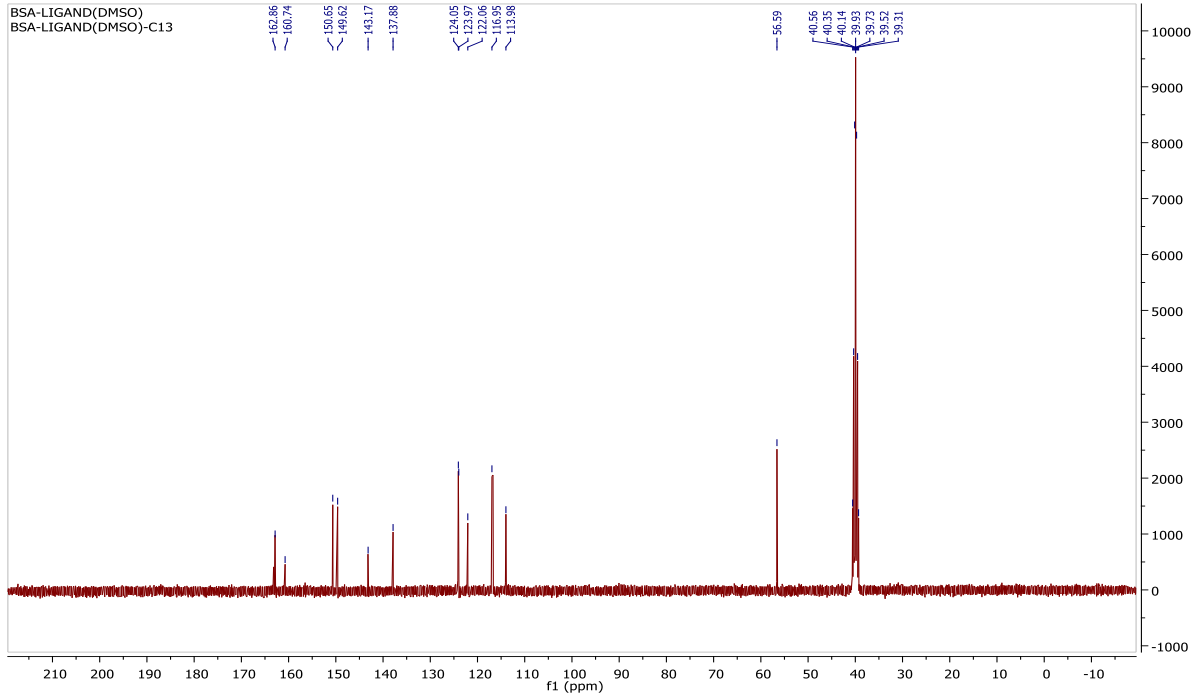
spektrumu, δ 10,27 ppm (1H) değerinde bir singlet fenolik proton, δ 9,07 ppm (1H) değerinde bir singlet azometin grubu (CH=N) protonu, δ 7,69–7,33 ppm (6H) değerinde bir çoklu aromatik proton ve 3,83 ppm (3H) değerinde bir singlet O-CH₃ protonu sinyallerini göstermektedir. L₁'in ¹³C-NMR spektrumları, 162,86 ppm'de C-12 karbon, 160,74 ppm'de azometin karbon (CH=N), 150,65–113,98 ppm'de aromatik karbonlar ve 56,59 ppm'de O-CH₃ karbonuna ait sinyaller sergilemektedir (Şekil 3 ve 4) (Oral Sarioğlu 2024; Sarioğlu and Soğukömeroğulları 2024).



Şekil 2. Bileşiklerin UV-Vis spektrumları

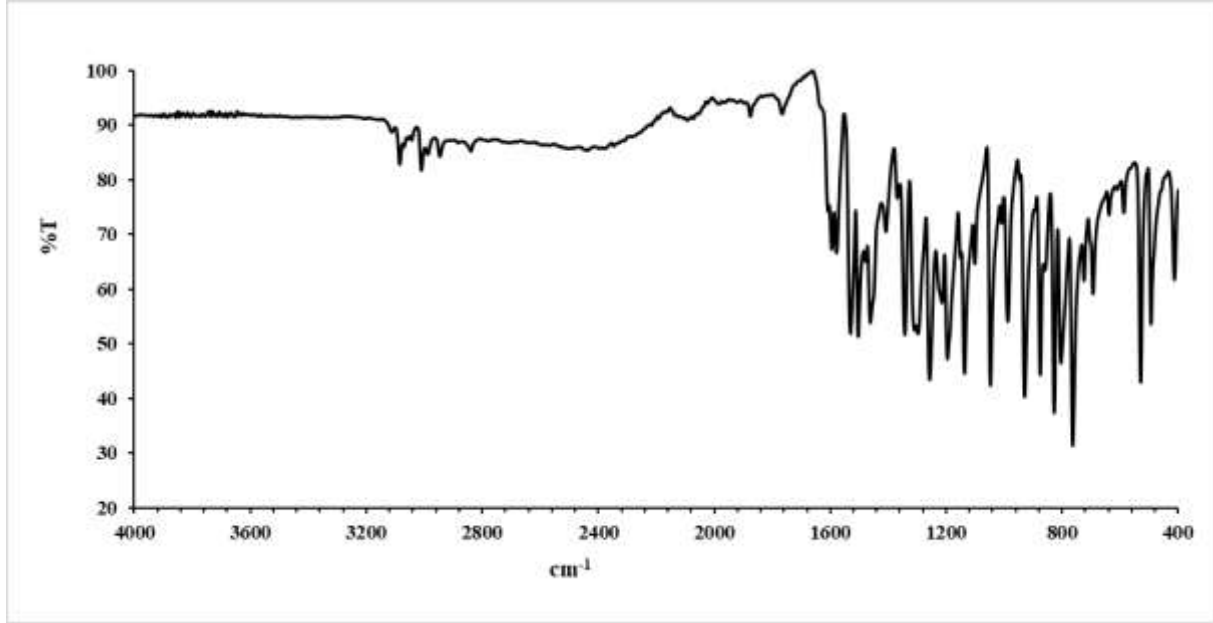


Şekil 3. L₁ bileşiğinin ¹H-NMR spektrumu

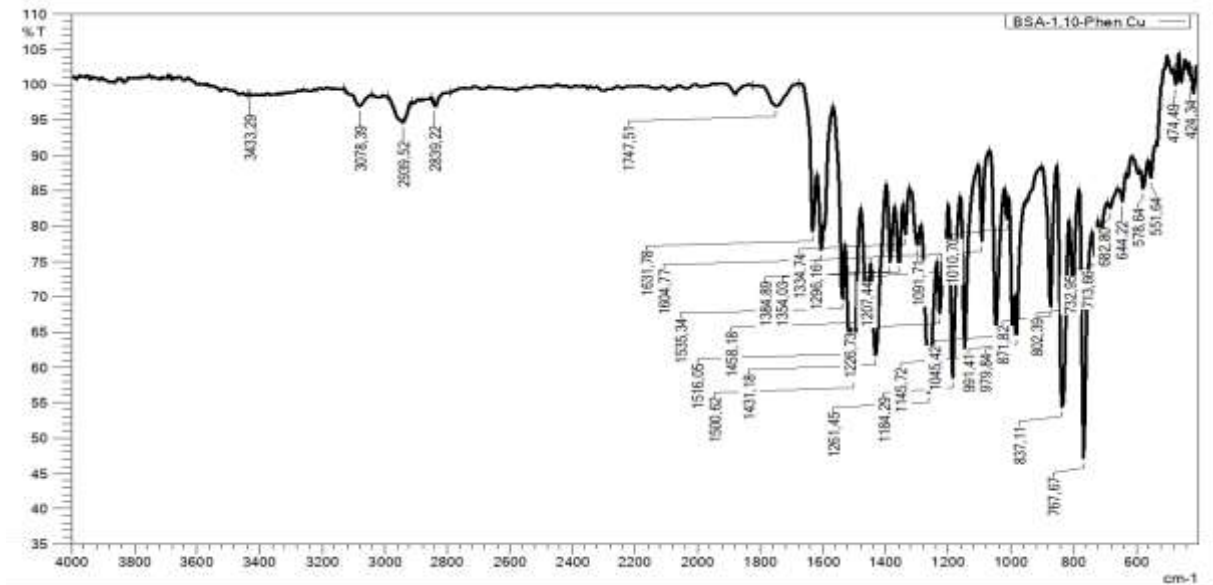


Şekil 4. L₁ bileşiğinin ¹³C-NMR spektrumu

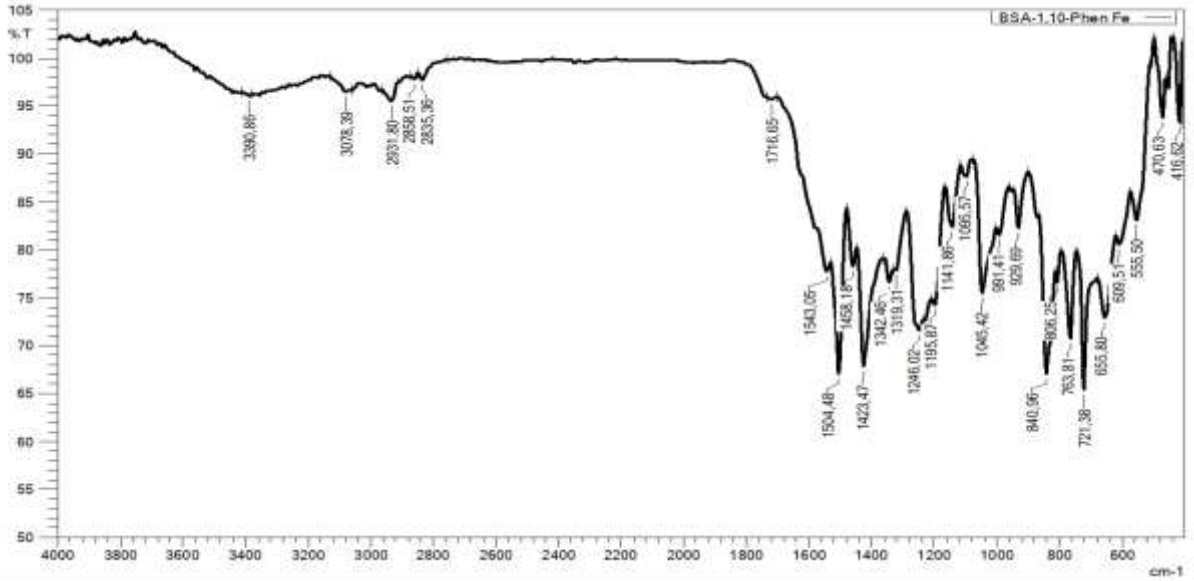
Ligandın (L_1), $[Cu(L_1)_2(L_2)].5H_2O$ ve $[Fe(L_1)_2(L_2)].5H_2O$ metal kompleksleri, FT-IR spektrumları karşılaştırılarak incelenmiştir. Ligand ve karışık ligand Cu(II) ve Fe(II) kompleksleri için sırasıyla 3088, 3078, ve 3078 cm^{-1} frekanslarında aromatik karbon $\nu(C-H)$ adsorpsiyonu için bir bant görülmüştür. Ligand ve komplekslerin azometin $\nu(C=N)$ gerilme bandı sırasıyla 1610, 1631, ve 1615 cm^{-1} frekanslarında tanımlanmıştır (Şekil 5-7) (Demir et al. 2016; Sarıoğlu et al. 2016).



Şekil 5. L_1 bileşiğinin FT-IR spektrumu

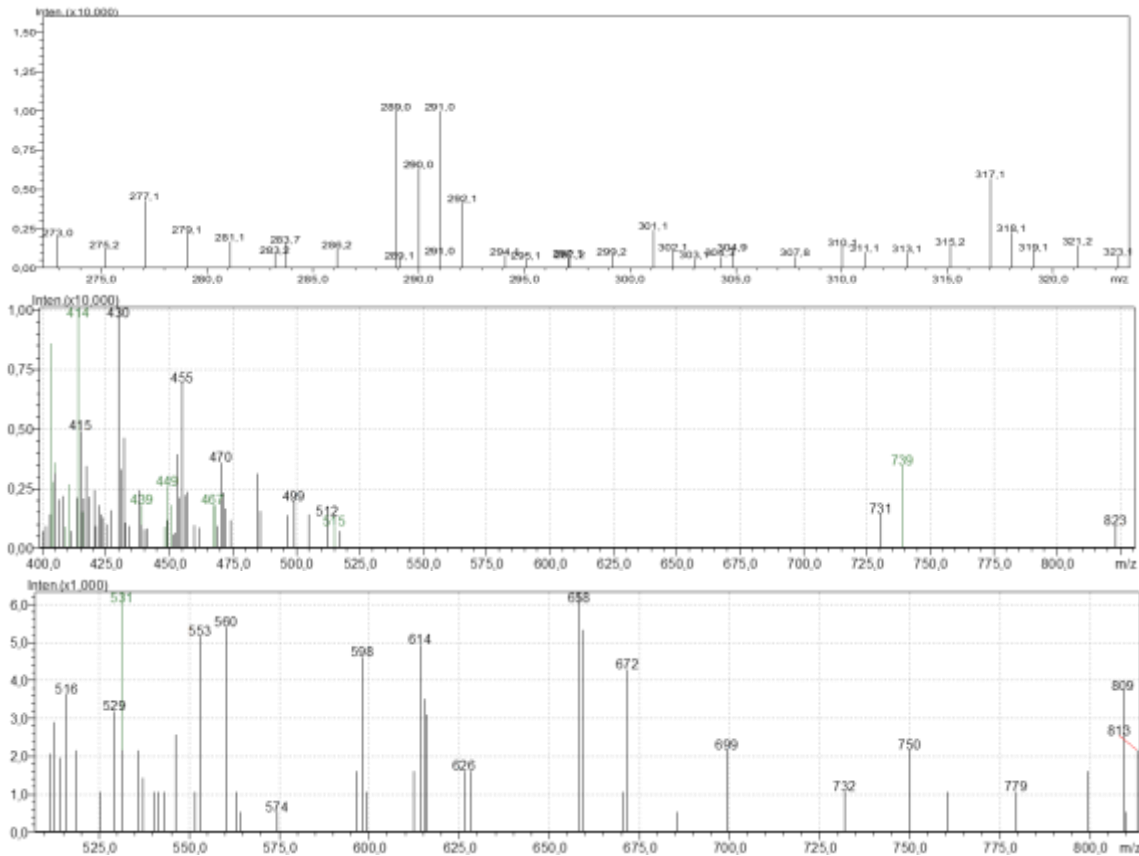


Şekil 6. $[Cu(L_1)_2(L_2)].5H_2O$ bileşiğinin FT-IR spektrumu



Şekil 7. $[\text{Fe}(\text{L}_1)_2(\text{L}_2)].5\text{H}_2\text{O}$ bileşiğinin FT-IR spektrumu

Schiff baz ligandı kütle spektrumu, moleküler iyon pikini m/e 291'de ortaya çıkardı; bu, bir proton (290.25) eklendikten sonra formül ağırlığıyla uyumludur ve yapının kimliğini desteklemektedir. Metal komplekslerinin moleküler iyon pikleri formül ağırlığıyla şu şekilde uyumludur: m/z : 823 $[\text{Cu}(\text{L}_1)_2(\text{L}_2)+\text{H}]^+$, m/z : 813 $[\text{Fe}(\text{L}_1)_2(\text{L}_2)-\text{H}]^+$ (Şekil 8)



Şekil 8. Sentezlenen bileşiklerin kütle spektrumu

4. SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ‘O’ ve ‘N’ tipi donör atom taşıyan ligandlara ait metal kompleksleri ile ilgili literatüre katkı sağlamıştır. Bu çalışmada 2-hidroksi-5-metoksi-3-nitrobenzaldehit ve 4-floroanilin reaksiyonundan Schiff baz ligand olan 2-(((4-fluorophenyl)imino)methyl)-4-methoxy-6-nitrophenol (L_1) elde edildi (Sarıoğlu et al. 2024). Sentezlenen ligand (L_1) ve 1,10-fenantrolin (L_2) ile Cu(II) ve Fe(II) asetat tuzları ile ($L_1:L_2:M$) 2:1:1 stokiometrik oranda karışık ligand metal kompleksleri sentezlendi. Bu komplekslerde metal merkezi, oksijen ve azot atomları üzerinden kompleks oluşturmuşlardır.

Sentezlenen ligand (L_1) literatürdeki verilere göre elde edilmiştir. Sentezlenen karışık ligand metal komplekslerinin orijinal ve literatür çalışmaları ile uyumlu olduğu görülmüştür. Ayrıca sentezlenen karışık ligand komplekslerin elektrolitik iletkenlik özelliği bulunmamaktadır. Sentezlenen metal komplekslerin manyetik duyarlılık değerleri $[Cu(L_1)_2(L_2)].5H_2O$ 2.41 B.M. ve $[Fe(L_1)_2(L_2)].5H_2O$ 4.98 B.M olarak bulunmuştur. Manyetik duyarlılık sonuçlarına göre kompleksler oktahedral geometriye sahiptir. Literatür çalışmaları incelendiğinde Schiff baz ile 1,10-fenantrolin ligandlarından elde edilen karışık ligand komplekslerinin biyolojik olarak aktif olması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdelgawad, Mohamed A., Rania B. Bakr, Olla A. Alkhoja, and Wafaa R. Mohamed. 2016. “Design, Synthesis and Antitumor Activity of Novel Pyrazolo[3,4-d]Pyrimidine Derivatives as EGFR-TK Inhibitors.” *Bioorganic Chemistry* 66:88–96. doi:10.1016/j.bioorg.2016.03.011.
- Ceramella, Jessica, Domenico Iacopetta, Alessia Catalano, Francesca Cirillo, Rosamaria Lappano, and Maria Stefania Sinicropi. 2022. “A Review on the Antimicrobial Activity of Schiff Bases: Data Collection and Recent Studies.” *Antibiotics* 11(2):191. doi:10.3390/antibiotics11020191.
- Demir, Sibel, Ahmet Oral Sarıoğlu, Semih Güler, Necmi Dege, and Mehmet Sönmez. 2016. “Synthesis, Crystal Structure Analysis, Spectral IR, NMR UV–Vis Investigations, NBO and NLO of 2-Benzoyl-N-(4-Chlorophenyl)-3-Oxo-3-Phenylpropanamide with Use of X-Ray Diffractions Studies along with DFT Calculations.” *Journal of Molecular Structure* 1118:316–24. doi:10.1016/j.molstruc.2016.04.042.
- Elaaraj, Ibtissam, Oumayma Oulidi, Asmae Nakkabi, Luca Nalbhone, Giorgia Sorrentino, Filippo Giarratana, Nouredine El Moualij, and Mohammed Fahim. 2026. “Synthesis, Characterization, and Evaluation of Biological Activities of M(II) Metal Complexes (M=Co, Zn and Cu) Based on a Bidentate Schiff Base Ligand 2-((4-Nitrobenzylidene)Amino)Phenol.” *Journal of Molecular Structure* 1351:144362. doi:10.1016/j.molstruc.2025.144362.
- Gómez-Coca, Raquel B., Larisa E. Kapinos, Antonín Holý, Rosario A. Vilaplana, Francisco González-Vílchez, and Helmut Sigel. 2001. “Intramolecular Stacking Interactions in Ternary Copper(II) Complexes Formed with 2,2'-Bipyridine or 1,10-Phenanthroline and 9-(4-Phosphonobutyl)Adenine (DPMEA), the Carba Relative of the Antiviral Nucleotide Analogue 9-[2-(Phosphonomethoxy)Ethyl]Adenine (PMEA).” *Journal of Inorganic Biochemistry* 84(1–2):39–46. doi:10.1016/S0162-0134(00)00194-X.
- Goswami, Nilotpal, and Pranjit Barman. 2026. “Schiff Base Metal Complexes as Alternative Heterocatalysts in Water Remediation: Photocatalytic Degradation of Toxic Organic Pollutants.” *Journal of Molecular Structure* 1349:143925. doi:10.1016/j.molstruc.2025.143925.
- Goswami, Nilotpal, Himadri Priya Gogoi, and Pranjit Barman. 2024. “A Hydrazine-Based Unsymmetrical Bis-Imine-Schiff Base as a Chemosensor for Turn-off Fluorescence and Naked-Eye Detection of Cu^{2+}

- Ion: Application in Aqueous Media Using Test Strips.” *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 446:115106. doi:10.1016/j.jphotochem.2023.115106.
- Juyal, Vijay Kumar, Abhishek Pathak, Mohit Panwar, Shweta Chand Thakuri, Om Prakash, Akansha Agrwal, and Viveka Nand. 2023. “Schiff Base Metal Complexes as a Versatile Catalyst: A Review.” *Journal of Organometallic Chemistry* 999:122825. doi:10.1016/j.jorganchem.2023.122825.
- Loginova, Natalia V., Tat'yana V. Koval'chuk, Genrikh I. Polozov, Nikolai P. Osipovich, Pyotr G. Rytik, Igor I. Kuchеров, Anna A. Chernyavskaya, Victor L. Sorokin, and Oleg I. Shadyro. 2008. “Synthesis, Characterization, Antifungal and Anti-HIV Activities of Metal(II) Complexes of 4,6-Di-Tert-Butyl-3-[(2-Hydroxyethyl)Thio]Benzene-1,2-Diol.” *European Journal of Medicinal Chemistry* 43(7):1536–42. doi:10.1016/j.ejmech.2007.09.024.
- Oral Sarioğlu, Ahmet. 2024. “Synthesis, Characterization, Photoluminescence Properties, Cytotoxic Activities, Molecular Docking, and Thermogravimetric Analysis of a Novel Bis-N-Carboxamide Ligand and Its Cu(II) Binuclear Complex.” *Polyhedron* 260:117099. doi:10.1016/j.poly.2024.117099.
- Sarioğlu, Ahmet Oral, Zafer Bulut, Burçin Türkmenoğlu, Pınar Yumrutaş, Büşra Albayrak Mısır, Ayşegül Karaküçük-İyidoğan, and Emine Elçin Oruç-Emre. 2025. “Thiophene-Based Hydrazones and Their Metal Complexes: Synthesis, Structure Affirmation, Antioxidant and Cytotoxic Activity, Photoluminescence, Molecular Docking, and ADMET Studies.” *Journal of Molecular Structure* 141716. doi:10.1016/j.molstruc.2025.141716.
- Sarioğlu, Ahmet Oral, Ümit Ceylan, Şerife Pınar Yalçın, Mehmet Sönmez, Gökhan Ceyhan, and Muhittin Aygün. 2016. “Synthesis of a New ONNO Donor Tetradentate Schiff Base Ligand and Binuclear Cu(II) Complex: Quantum Chemical, Spectroscopic and Photoluminescence Investigations.” *Journal of Luminescence* 176:193–201. doi:10.1016/j.jlumin.2016.03.021.
- Sarioğlu, Ahmet Oral, and Hatice Gamze Soğukömeroğulları. 2024. “Süstitüe Salisiliden Schiff Bazı Metal Komplekslerinin Sentezi ve Karakterizasyonu.” *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. doi:10.17714/gumusfenbil.1492674.
- Sarioğlu, Ahmet Oral, Bahar Sürmelihiindi, Hatice Gamze Sogukomerogullari, Pınar Yumrutaş, Mehmet Hakan Morcali, and Muhammet Kose. 2024. “Preparation, Characterization, Single-Crystal Analysis, and Cytotoxic Assessment of Complexes Formed by Schiff Base and 8-Hydroxyquinoline Co-Ligand with Co(II), Ni(II), and Mn(II) Metal Ions.” *Polyhedron* 261:117129. doi:10.1016/j.poly.2024.117129.
- Sarioğlu, Ahmet Oral, Hakan Törer, Demet Taşdemir, Burçin Türkmenoğlu, İbrahim Tahsin Alyamaç, and Mehmet Sönmez. 2026. “A Study of the Synthesis, Characterization, Cytotoxicity Assessment, and Molecular Docking of Cu(II), Ni(II), and Co(II) Ions with Schiff Base and 1,10-Phenanthroline.” *Journal of Molecular Structure* 1350:144090. doi:10.1016/j.molstruc.2025.144090.
- Shah, Tanzeela Ahmad, Aftab Alam, Zainab, Mohammad Assad, Zahida Parveen, Huma Rafiq, Muhammad Ayaz, Syed Adnan Ali Shah, Abdul Latif, Mumtaz Ali, and Manzoor Ahmad. 2024. “Synthesis and Molecular Docking Study of Hydrazone Schiff Bases of A-Naphthalene-Containing Alkyl Phenyl Ether Fragment as Potent A-Amylase and A-Glucosidase Inhibitors.” *ChemistrySelect* 9(42). doi:10.1002/slct.202402297.
- Sogukomerogullari, Hatice Gamze, Emine Aytar, Reşit Çakmak, and Eyüp Başaran. 2025. “Synthesis and Catalytic Application to Form Cyclic Carbonates of Novel Pd(II) Cu(II), and Fe(II) Benzoate-Based Schiff Base Metal Complexes.” *Journal of Organometallic Chemistry* 1023:123424. doi:10.1016/j.jorganchem.2024.123424.
- Sogukomerogullari, Hatice Gamze, Eyüp Başaran, Remziye Aysun Kepekçi, Burçin Türkmenoğlu, Ahmet Oral Sarioğlu, and Muhammet Köse. 2025. “Novel Europium(III), Terbium(III), and Gadolinium(III) Schiff Base Complexes: Synthesis, Structural, Photoluminescence, Antimicrobial, Antioxidant, and Molecular Docking Studies.” *Polyhedron* 265:117275. doi:10.1016/j.poly.2024.117275.
- Sogukomerogullari, Hatice Gamze, Ahmet Oral Sarioğlu, Sibel Demir Kanmazalp, and Senem Akkoç. 2026. “Novel Mixed Ligand Cu(II), Co(II), and Fe(II) Metal Complexes: Synthesis, Characterization, Anticancer, and Molecular Docking Studies.” *Journal of Molecular Structure* 1351:144158. doi:10.1016/j.molstruc.2025.144158.
- Sogukomerogullari, Hatice Gamze, Ahmet Oral Sarioğlu, Remziye Aysun Kepekçi, Burçin Türkmenoğlu, and Mehmet Hakan Morcali. 2025. “Copper(II), Cobalt(II), Nickel(II), and Iron(II) Mixed Complexes Formed by Schiff Base and 1,10-Phenanthroline as Secondary Chelates: Preparation, Characterization,



- Antimicrobial, Antioxidant, and Molecular Docking Studies.” *Inorganica Chimica Acta* 583:122692. doi:10.1016/j.ica.2025.122692.
- Thakur, Shalu, Ankita Jaryal, and Aman Bhalla. 2024. “Recent Advances in Biological and Medicinal Profile of Schiff Bases and Their Metal Complexes: An Updated Version (2018–2023).” *Results in Chemistry* 7:101350. doi:10.1016/j.rechem.2024.101350.
- Torres, Daniel, José Luis Pinilla, and Isabel Suelves. 2018. “Co-, Cu- and Fe-Doped Ni/Al₂O₃ Catalysts for the Catalytic Decomposition of Methane into Hydrogen and Carbon Nanofibers.” *Catalysts* 8(8):300. doi:10.3390/catal8080300.
- Valentini, Federica, Vanessa Biagiotti, Cecilia Lete, Giuseppe Palleschi, and Joseph Wang. 2007. “The Electrochemical Detection of Ammonia in Drinking Water Based on Multi-Walled Carbon Nanotube/Copper Nanoparticle Composite Paste Electrodes.” *Sensors and Actuators B: Chemical* 128(1):326–33. doi:10.1016/j.snb.2007.06.010.
- Wise, Catherine F., Dan Liu, Kathryn J. Mayer, Patrick M. Crossland, Carolyn L. Hartley, and William R. McNamara. 2015. “A Nickel Complex of a Conjugated Bis-Dithiocarbazate Schiff Base for the Photocatalytic Production of Hydrogen.” *Dalton Transactions* 44(32):14265–71. doi:10.1039/C5DT02042E.

YEŞİL SENTEZLİ GÜMÜŞ NANOPARÇACIKLARLA Au^{3+} TAYİNİ İÇİN KOLORİMETRİK SENSÖR

Dr. Öğr. Üyesi Aysel BAŞOĞLU

Gümüşhane University, Gümüşhane Vocational School, Chemistry and Chemical Processing
Technologies, 29100, Gümüşhane, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-2300-1554

ÖZET

Robinia × ambigua yaprak ekstraktı kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle gümüş nanoparçacıklar (AgNPs) hazırlanmış ve Au^{3+} iyonlarının tayininde kolorimetrik bir prob olarak değerlendirilmiştir. AgNPs'in sulu çözeltisi 1/3 oranında seyrelterek spektrofotometrik çalışmalar gerçekleştirilmiştir: AgNPs'nin farklı metal iyonlarıyla etkileşimi incelenmek amacıyla, çeşitli metal iyonlarının (Li^+ , Na^+ , K^+ , Ag^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} , B^{3+} , Au^{3+} ve As^{5+}) 1×10^{-5} M derişimli çözeltilerinden 100 μ L alınarak 2 mL AgNPs dispersiyonuna ayrı ayrı eklenmiştir. Tüm deneylerde toplam hacim 3 mL olacak şekilde suyla seyreltilmiştir; kör örnek için 2 mL AgNPs çözeltisine 1 mL deiyonizi saf su ilave edilmiştir. Test edilen iyonlar arasında yalnızca Au^{3+} ilavesi sonrasında çözeltinin renginin sarıdan kıvı-kahverengiye döndüğü ve absorbans şiddetinde belirgin bir artış gözleendiği belirlenmiştir. Diğer metal iyonları ise absorbans şiddetinde anlamlı bir değişime yol açmamıştır. UV-Vis spektrumlarında yaklaşık 440 nm civarında gözlenen yüzey plazmon rezonansı (SPR) piki, Au^{3+} varlığında %28 oranında kör örnekle karşılaştırıldığında artış gösterirken, ayrıca bu pik genişleyerek yaklaşık 530 nm de bir omuz vererek 700 nm'ye kadar uzanmıştır, diğer metal iyonlarında bu absorbans değişimi %7'nin altında kalmıştır. Daha sonra, AgNPs çözeltisi artan Au^{3+} derişimlerine karşı spektrofotometrik olarak titre edilmiştir. Eklenen Au^{3+} iyonu derişimlerine karşı yaklaşık 440 nm'de okunan absorbans değerleri grafiğe geçirilerek kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Doğrusal kalibrasyon eğrisinin r^2 değeri 0,983 olarak hesaplanmıştır. Au^{3+} için çalışma aralığı 0,0333–0,3333 μ M'dır. Yöntem için LOD değeri 0.02 nM, LOQ değeri 6.74 nM ve sensörün Au^{3+} iyonlarına yanıt verme süresi 4 dakika olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, önerilen AgNP tabanlı sistemin sulu ortamlarda Au^{3+} iyonlarının tayini için basit, seçici ve duyarlı bir kolorimetrik sensör olarak kullanılabileceğini göstermektedir. İler ki çalışmalarda gerçek çevre örneklerinde uygulamalar gerçekleştirilecektir.

Anahtar kelimeler: Gümüş nanoparçacık, Robinia × ambigua, kolorimetrik sensör, Au^{3+} tayini

COLORIMETRIC SENSOR FOR Au^{3+} DETECTION USING GREEN-SYNTHESIZED SILVER NANOPARTICLES

ABSTRACT

Silver nanoparticles (AgNPs) were prepared by green synthesis method using *Robinia × ambigua* leaf extract and evaluated as a colorimetric probe in the determination of Au^{3+} ions. Spectrophotometric studies were carried out by diluting the aqueous solution of AgNPs by 1/3: In order to investigate the interaction of AgNPs with different metal ions, 100 μL of 1×10^{-5} M concentrated solutions of various metal ions (Li^+ , Na^+ , K^+ , Ag^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} , As^{3+} , B^{3+} , Au^{3+}) were taken and added separately to 2 mL of AgNPs dispersion. In all experiments, the total volume was diluted with water to 3 mL; for the blank sample, 1 mL of deionized pure water was added to 2 mL of AgNPs solution. Among the ions tested, only the addition of Au^{3+} caused the color of the solution to change from yellow to reddish-brown, and a significant increase in absorbance intensity was observed. Other metal ions did not cause a significant change in absorbance intensity. The surface plasmon resonance (SPR) peak observed around 440 nm in the UV–Vis spectra increased by 28% in the presence of Au^{3+} compared to the blank sample. This peak also broadened, forming a shoulder at approximately 530 nm and extending to 700 nm. This absorbance change remained below 7% for the other metal ions. Subsequently, the AgNPs solution was titrated spectrophotometrically against increasing Au^{3+} concentrations. A calibration curve was constructed by plotting the absorbance values read at 440 nm against the added Au^{3+} ion concentrations. The r^2 value of the linear calibration curve was calculated as 0.9834. The working range for Au^{3+} is 0.0333–0.3333 μM . The LOQ value for the method was determined as 0.0021 μM , the LOD value as 0.0082 μM , and the sensor response time to Au^{3+} ions as 4 minutes. The obtained results demonstrate that the proposed AgNP-based system can be used as a simple, selective, and sensitive colorimetric sensor for the determination of Au^{3+} ions in aqueous environments. Future studies will be conducted on real environmental samples.

Keywords: Silver nanoparticle, *Robinia × ambigua*, fluorimetric sensor, Au^{3+} detection

STRATEJİK BİRİMLER OLARAK İŞLETMELERİN ETİK HASSASİYETLERİ**Dr. Sinan KIZILTOPRAK**

Düzce Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Düzce, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8017-4881**ÖZET**

Etik, davranış kalıplarının doğruluğunu ve ahlakiliğini akla dayalı bir yaklaşımla ele alan felsefi bir kavram olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel ve teolojik olarak oluşturulan ahlaki doğruların sistematik ve rasyonel sorgulamalarla ele alan bu çalışma alanının, felsefi tartışmalarla birlikte sosyoloji, psikoloji, işletmecilik vb. birçok alanda yansıması bulunmaktadır. İşletmecilik açısından ele alındığında iş etiği, meslek etiği ve etik kavramlarının genellikle ahlakilikle özdeş olarak algılandığını söylemek hatalı olamayacaktır. Bununla birlikte işletmecilik dünyasında strateji, stratejik amaç, hedef, rekabet vb. kavramların ön plana çıktığı görülmektedir. Bunlar, rakibini yenme, sektör liderliği, pastadan pay alma vb. ahlakiliğin ve etik ilkelerin sınırlarını zorlayan kavramlar olarak değerlendirilebilir. Bu doğrultuda rekabetin hızlı ve dinamik şekilde gerçekleştiği ve çevresel unsurların sürekli ve etkin olduğu bir dünya da işletmelerin etik ve/veya ahlakiliğinin ne ölçüde mümkün olduğu önemli bir sorunsaldır. Bu amaçla işletmelerin etik hassasiyetlerinin ele alındığı bu çalışma da etik ve ahlakilik kavramları prosedürel olarak ayrı olarak değerlendirilmiştir. Araştırma deseni olarak nitel araştırma deseni ve bu desenin stratejilerinin kullanılacağı bu çalışmanın örneklemini Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren işletmelerden seçilmiştir. Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren ilk 100 şirket çalışmanın örneklemini oluştururken, çalışmanın evreni 708 şirketten oluşmaktadır. Çalışma da analiz edilecek veriler her bir kurumun web sitesinde yer alan etik ilkelerinden toplanmıştır. İçerik analizinin kullanıldığı bu çalışma da toplanan veriler derinlemesine ve keşifsel amaçlarla irdelenmiştir. Çalışmanın sonucunda stratejik birimler olarak işletmelerinin doğrudan ve dolaylı olarak etik/ahlaki temalara önemli vurgular yaptıkları ve bu doğrultuda önemli faaliyetler gerçekleştirdikleri görülmektedir. Bunlara örnek olarak toplumsal duyarlılığa yönelik oluşturulan yönetim kurulları, iş ilkeleri, geliştirilen prensipler vb. ortak aklı vurgulayan ve kurumsallığın göstergeleri olan unsurlar verilebilir. Ayrıca insan merkezilik, doğru rekabet, hukuka üstünlüğü, demokratik eğilimler vb. gibi kavramların rasyonel bir perspektifle oluşturulduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Strateji, Stratejik Birim, Yönetim, Etik, Ahlak

ETHICAL SENSITIVITIES OF BUSINESSES AS STRATEGIC UNITS

ABSTRACT

Ethics is defined as a philosophical concept that addresses the correctness and morality of behavioral patterns with a reason-based approach. This field of study, which deals with traditional and theologically established moral truths through systematic and rational questioning, has reflections in many fields such as sociology, psychology, business administration, etc., along with philosophical discussions. When considered from a business perspective, it would not be wrong to say that the concepts of business ethics, professional ethics and ethics are generally perceived as identical with morality. In addition, in the business world, concepts such as strategy, strategic aim, target, competition etc. are seen to come to the fore. These can be considered as concepts that push the boundaries of morality and ethical principles, such as beating competitors, industry leadership, getting a share of the pie, etc. In this respect, in a world where competition is fast and dynamic and environmental factors are constant and effective, the extent to which ethics and/or morality of businesses is possible is an important problem. For this purpose, in this study, where the ethical sensitivities of businesses are discussed, the concepts of ethics and morality are evaluated separately on a procedural basis. The sample of this study, in which the qualitative research design and the strategies of this design are used as the research design, was selected from the companies operating in Borsa Istanbul. While the top 100 companies operating in Borsa Istanbul constitute the sample of the study, the universe of the study consists of 708 companies. The data to be analyzed in the study were collected from the ethical principles on each institution's website. In this study, where content analysis was used, the collected data were examined in depth and for exploratory purposes. As a result of the study, it is seen that businesses, as strategic units, directly and indirectly place significant emphasis on ethical/moral themes and carry out important activities in this direction. Examples of these can be given as boards of directors established for social awareness, business principles, principles developed, etc., which emphasize common sense and are indicators of institutionality. In addition, it can be said that concepts such as anthropocentrism, fair competition, rule of law, democratic tendencies, etc. have been created with a rational perspective.

Keywords: Strategy, Strategic Unit, Management, Ethics, Morality

1.GİRİŞ

Etik, davranış kalıplarının doğruluğunu ve ahlakiliğini akla dayalı bir yaklaşımla ele alan felsefi bir kavram olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel ve teolojik olarak oluşturulan ahlaki doğruları

sistematik ve rasyonel sorgulamalarla ele alan bu çalışma alanı, felsefi tartışmalarla birlikte sosyoloji, psikoloji, işletmecilik vb. birçok alanda yansıması bulunmaktadır. İnsan etkileşimleri ile meydana gelen tutum, düşünce ve davranışları, rasyonel bir çerçeve de ele alan bu felsefi ve uygulamalı disiplin, bireylerarası etkileşimin çok fazla olduğu işletme disiplinin de yer bulan kavramsal ve pratik bir çalışma konusudur. Çünkü işletme yapısı içerisinde yer alan yönetici-çalışan, üst-ast, beyaz yaka-mavi yaka gibi farklı farklı misyonlara sahip bireyler, bazı motivasyon kaynaklarına dayalı olarak etkileşimlerini/faaliyetlerini/eylemlerini gerçekleştirmektedir. Bu bağlamda etik, iş dünyasında meydana gelen bu eylemleri ve arkasında yatan temel motivasyon kaynaklarını sorgulamada farklı bakış açıları sunabilmektedir.

Bireylerin eylemlerini gerekçelendirme sürecinde karşılaşılan temel sorunsal, bireylerin bu davranışlarını şekillendiren motivasyonun tanımı ve kapsamı ile ilgilidir. Bu kapsamda bireylerin davranışlarını şekillendirme de duygular ve değerler önemli motivasyon kaynakları olarak değerlendirilebilir. Fakat algısal süreçler, karakteristik özellikler, bilişsel yapı, psikolojik durum, ailevi geçmişi, toplumsal koşullar vb. etkenlerdeki farklılıklar, bireylerin iç dünyası ve zihinsel durumlarında farklılıklar oluşmasına ve olayları farklı değerlendirmelerine ve farklı kararlar vermesine neden olabilmektedir. Benzer şekillerde, bu durum benzer koşullar altında bulunan bireyler arasında farklı beklentilerinin oluşmasına ve aynı olaya karşı verilen tepkilerde farklılıklar oluşmasına neden olabilmektedir.

İnsanın davranışlarını ve olaylara bakış açısını motive eden unsurlardan bir diğeri olan etik, davranışların gerekçelerini ve sonuçlarını rasyonel bir bakış açısı ile değerlendirme fırsatı sunmaktadır. Bireylerin görevlerinin açık ve net bir biçimde tanımlanması ve ortak akıl temelinde ortak faydaya ulaşma hedefinin işletmenin kurumsal ve yerleşik bir ideolojisi haline gelmesi, etik/ahlak felsefesi bağlamında ön plana çıkan ve bu doğrultuda değerlendirilmesi gereken bir diğer konu olarak düşünülebilir.

Belirli bir hedefe ulaşmak amacıyla planlanan ve uygulanan adımlar anlamına gelen strateji, etik /ahlak felsefesi çerçevesinde ele alınması gereken önemli bir yönetsel konudur. Teorik olarak stratejinin genel çerçevesini oluşturan dışa dönük (rakipler, müşteriler, satıcılar, politika, devlet, ekonomi vb.) faaliyetler ve bu faaliyetlere yönelik geliştirilen hedefler, etik değerlerle çatışma halinde olması kaçınılmaz olarak değerlendirilebilir. Çünkü strateji kavramının felsefi temelleri ve askeri bir kavram olarak gelişim göstermesi dikkate alındığında, bu kavramın iş dünyasında etik dışı faaliyetlere neden olabilmesi mümkün görünmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmanın konusunu, Borsa İstanbul'da işlem gören stratejik birimler olarak ilk 100 işletmenin

insan, toplum ve çevresel etik konulara verdiği önemin (etik hassasiyeti) ortaya konulması oluşturmaktadır.

2.LİTERATÜR

2.1.Etik Kavramının Tanımı

"Etik" kavramı, "bir grup insanın ya da kültürün karakteri ve tutumu" anlamına gelen Yunan kökenli "ethos" kelimesinden türemiştir (Loeb, 1971). Genel olarak etik literatürde, "bireyin davranış şekillerinin doğruluğuna zemin hazırlayan ahlaki standartlar, prensipler ve değerler sistemi olarak tanımlanmıştır (Ural, 2003). Ahlak terimiyle eş anlamlı olarak kullanılan etik, kavramsal olarak bazı farklılıklara sahiptir. Ahlak, bireylerin davranışlarını şekillendiren kurallar, değerler ve normlardan oluşan bir kavram olarak tanımlanmaktadır. Buna karşın etik, bu ahlaki yapıların felsefi temellerini ve teorik çerçevesini ele alan ve bu doğrultuda analizler gerçekleştiren bir disiplindir (Bartneck vd., 2020). Delaney (2005), etiği iyi ve kötünün ne olduğunu araştıran ve insan davranışını ve etkileşimini düzenleyen kurallar olarak tanımlamıştır. Burks'e (2006) göre ise etik, bireyin çeşitli alternatifler arasında ahlaki ilkelere dayalı olarak seçim yapması gerektiği durumlarda ortaya çıkan bir sorundur. Rachels ve Rachels (1993) ise, etiği bir dizi ahlaki ilke, davranış kuralı ya da değerden oluşan bir sistem olarak tanımlamıştır. Krishnamurthy (2011), etiği neyin doğru neyin yanlış olduğunu sorgulayan, bu doğrultuda doğru olana yönelik eylemlerde bulunmayı kolaylaştıran bir süreç olarak tanımlamıştır. Bu bağlamda etik, öznel ve kişisel değerlemelerin yerine, evrensel ilkeler, genel yargılar ve normatif standartlar çerçevesinde bireylerin davranışlarını ve doğruluğunu akla dayalı yaklaşımlarla sorgulayan bir disiplin olarak değerlendirilmektedir (Bartneck vd., 2020, De George, 2025).

2.2.İşletmelerde İş Etiği ve Strateji

Tarihsel olarak incelendiğinde iş etiği, etik kavramından farklı ve müstakil bir kavram olarak ifade edilip edilmemesi gerektiği yönünde önemli tartışmalara konu olmuştur. Bu bağlamda iş etiği, etiğin zaman zaman işletmelerde ortaya çıkan sorunlarda başvurulması gereken bir araç disiplini olarak tanımlamanın doğru olacağı ifade edilmiştir (Drucker, 1981);

"Bireysel davranışlara yönelik yalnızca tek bir etik kod vardır; bu kod, prens için de fakir için de, zengin için de güçsüz için de aynıdır... Ancak 'iş etiği' olarak adlandırılan temel ilke bunu reddeder. Çünkü iş etiği, sıradan bireyler tarafından gerçekleştirildiğinde ahlaki olmayan ya da yasa dışı sayılmayan eylemlerin, 'iş dünyası' tarafından yapıldığında ahlaksız ya da yasadışı olduğunu iddia eder."

Benzer bir perspektiften değerlendirildiğinde, etik doğru ve yanlış eylemler arasında seçim yaparken ahlaki ilkelerin rehberliğinde hareket etme anlamına gelirken; iş etiği, bu ahlaki ilkelerin iş süreçlerinde benimsenmesi ve uygulanması sürecini kapsamaktadır (Brenkert, 2016). Ancak kavram, özellikle 1970’li yıllardan itibaren Amerika Birleşik Devletleri’nde felsefi ve uygulamalı bir alan olarak ün kazanmıştır (De George, 2005) ve farklı disiplinlerle ilişkisine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Fakat bununla birlikte literatürde yapılan tanımlamaların çok fazla değişiklik göstermediği görülmektedir. İş etiği bağlamından yapılan tanımlamalardan bazıları şu şekildedir:

- “*İnsan çabasının diğer alanlarında da geçerli olan etik ilkelerin, iş dünyasına özgü koşullar altında uygulanmasını inceleyen, etiğin uzmanlaşmış bir alt dalı*” (Gilbert, 1992).
- “*İş dünyasında geçerli olan ahlaki değerlerin, iş uygulamalarının, varsayımların ve karar alma süreçlerinin sistematik biçimde analiz edilmesi*” (De George, 2005).
- “*Yönetici-çalışanların mal ve hizmet üretiminde gerçekleştirmiş olduğu doğru ve yanlış eylemleri araştıran bir disiplin*”(Güven vd. 2004).

Yöneticilerin/çalışanların duygu, düşünce ve davranışlarını makul bir çerçeve de yönetme ve bu doğrultuda uygun faaliyetlerde bulunma kolaylığı sağlayan etik işletme çerçevesinde bireylerin sadece çalışanlarına uyguladığı bir disiplin değildir. De George’un (2005) iş etiği modelinde tanımladığı altı aşamalı model (Tablo 1), iş etiğinin kapsamını anlamak açısından büyük önem taşıdığı kadar, işletmelerin dışa dönük faaliyetlerini kapsayan strateji kavramı ile ilişkisini gösterdiğinden dolayı da büyük öneme sahiptir. Bu aşamalar, iş etiğinin farklı düzeylerde (bireysel düzey, firma düzeyi, endüstri düzeyi, ulusal düzey, uluslararası düzey ve küresel düzey) işlevselliği hakkında bilgi vermektedir. Mikro seviyede iş etiği, bireysel olarak çalışanların iş davranışları, eğitim süreçleri ve gelişimi üzerinde odaklanmaktadır. Makro seviyede ise iş etiği, işletmelerin ulusal ve uluslararası ölçekteki toplumsal ve çevresel sorumlulukları ve küresel paydaşlarla ilişkilerini içermektedir. Böylece iş etiği, küresel ölçekte faaliyetler gösteren işletmelerin davranışlarını ve kurumların hedeflerini kapsayan ve stratejik hamlelerin düzenlenmesine olanak sağlayan çok boyutlu bir alan olarak değerlendirilebilmektedir.

Tablo 1: İş Etiğın Altı Aşaması

Aşama	Etkileri
1 <i>Bireysel Düzeyde Etik</i>	İş etiği, sadece iş hayatındaki etik sorunlarla başa çıkmayı değil, aynı zamanda bireysel erdemlerin geliştirilmesini ve mesleki değerlerin toplumsal sorumluluklarla uyumunu da kapsar.
2 <i>Firma Düzeyinde Etik</i>	İşletmenin etik davranışları teşvik eden ya da engelleyen içyapılarıyla ilgilidir. Bu düzeyde kurum politikaları, şirket kültürü ve yönetim tarzı önemli rol oynar.
3 <i>Endüstri Düzeyinde Etik</i>	Etik sorunlar çoğu durumda herhangi bir firma düzeyinde değil, yalnızca endüstri düzeyinde çözülebilir.
4 <i>Ulusal Düzeyde Etik</i>	Ticari faaliyetlerin denetimi, işçi ve tüketici haklarının korunması, çevresel kirliliğin sınırlandırılması, çocuk işçiliği ve emek sömürsünün önlenmesi gibi çeşitli alanlarda düzenleyici bir rol üstlenmektedir.
5 <i>Uluslararası Düzeyde Etik</i>	Çok uluslu şirketlerin faaliyetleriyle ortaya çıkan çeşitli etik sorunlarla ilgilenir; özellikle de gelişmiş ülkelerden gelen bu şirketlerin, yetersiz yasal düzenlemelere sahip az gelişmiş ülkelerde faaliyet göstermesi durumunda söz konusu olur.
6 <i>Küresel Etik</i>	Küresel ölçekte koordineli çabalarla çözülebilen sorunların çözümünü ele alır. Ozon tabakasının incilmesi, küresel ısınma gibi çevresel sorunlar, şirketlerin etik sorumluluk alanına girmekte ve bu tür küresel meselelerin çözümünde aktif rol üstlenmelerini gerektirmektedir.

Kaynak: De George, 2005

3.ARAŞTIRMANIN YÖNTEM

Stratejik birimler olarak işletmelerin etik hassasiyetlerinin ele alındığı bu çalışma da araştırma metodolojisi olarak nitel araştırma deseni kullanılmıştır. Çalışmanın evrenini Borsa İstanbul’da yer alan tüm işletmeler oluştururken (708), çalışmanın örneklemini Borsa İstanbul’da faaliyet gösteren ilk 100 işletme oluşturmaktadır. Doküman incelemesinin kullanıldığı bu çalışma da Borsa İstanbul’da faaliyet gösteren ilk 100 işletmenin web sayfalarında yer alan “Etik İlkeler” ve Etik Değerler” başlıklı kurumsal raporlar incelenmiştir. Betimsel içerik analizi tekniği ile analiz edilen bu raporlar, işletmelerin etik hassasiyetlerini objektif, nesnel ve tutarlı bir şekilde inceleme imkânı sunmuştur.

4. BULGULAR

Araştırma problemi çerçevesinde Borsa İstanbul’da faaliyet gösteren ilk 100 işletmenin kamuya paylaştıkları “Etik İlkeler” bildirilerinde ön plana çıkan çekirdek kavramlar ve bu doğrultuda oluşturulan etik kodlara Tablo 2’ de yer verilmiştir.

Tablo 2: Stratejik Birimler Olarak Faaliyet Gösteren İşletmelerin Etik Hassasiyetlerine İlişkin Bulgular

Etik Kodlar	Etik Kodları Oluşturan Çekirdek Kavramlar
İnsan Merkezlilik	Müşteri Odaklılık, Dürüstlük, Güven, İnsan boyutu, Tarafsızlık, Eşitlik ve Tutarlılık, Adalet, Çeşitlilik, İtibar ve Ekonomik Haklara Saygı, İnsan Haklarına Saygı, İnsana Yatırım, Temel Ahlaki ve İnsani Değerler, Uygun Fiyatlar, Çocuk İşçi Kullanımından Kaçınma, Modern Kölelik, Müşteri İlişkileri, İşe Alımda Adalet, Kalite
Hukukun Üstünlüğü	Rüşvet ve Yolsuzlukla Mücadele, Çıkar Çatışmaları, Rekabet Hukuku, Ekonomik Yaptırımlar ve İhracat Kontrolleri, Mevzuata Uyum, Yasalara Uyum, Mevzuat

	Değişikliklerini Hızlı Takip, Faaliyetlerin Tam ve Zamanında Kayıt Edilmesi, Suç Gelirlerinin Aklanması ve Terörizmin Engellenmesi, Kayıt ve Raporlama Prosedürleri
Doğru Rekabet	Rekabet Yasalarına Aykırılıktan Kaçınma, Rakipler Hk. Gizli Bilgi Toplamama, Çalışma Esas. Vazgeçmeme, Haksız Rekabetten Vazgeçme, Adil Rekabet, Şirket Başarısı ve Müşteri Çıkışı, Rekabeti Engelleme Çabalarından Kaçınma, Ekonomiye Zarar Anlaşmalardan Kaçınma. Çalışanları Rekabet Kurallarında Bilinçlendirmek, Piyasada Hâkimiyeti Kötüye Kullanmamak, Kalite, Küresel Sorumluluk
Çalışanların Gelişimi ve Hakları	Sağlıklı ve Güvenli İş ortamı, İşe alımlarda Adalet, Takım Ruhu, Farkındalığı Artırıcı Seminerler, Yaşam Kalitesi Yükseltme, En Çok Çalışılmak İstenen Şirket, Ayrımcılık, Taciz, Çalışan Bilgi Gizliliği, İzlenme, Kayıt Cihazları Kullanımı, Çıkar Çatışma Önlemi, Çıkar Çatışmaları, İçerden Öğrenme, Etkin İletişim, Vefa, Dayanışma, İş Ahengi, Ait Hissetme, Sendikalaşma Hakkı, Kabalık, Göçmenler, Mobbing
Paydaş Hakkı	Dürüstlük ve Adil Davranma, Ayrımcılıktan Kaçınma, Standartları Karşılama, Bilgi Paylaşımında Şeffaflık, Karşılıklı Yazar, Zamanında ve Hızlı İletişim, Çıkar Çatışmasından Kaçınma, Kişisel Borç ve Alacak İlişkisinden Kaçınma, Hissedarlar
Çevre Hassasiyeti	Çevrenin Korunması, Mevzuat ve Sektör Standartlarına Uyum, Enerji Verimliliğini Dikkate Alma, Ambalaj ve Gıda Atıklarının Önüne Geçme, Tüketici Bilinçlenmesine Katkı, Gelecek Kuşakları Düşünme, Şeffaflık, Sorumluluk Alma, Politika ve Stratejiler Geliştirme, Çevreyi Koruma Yöntemleri Geliştirmek, Bilinç
Toplumsal Katkıları	Bağış, Sponsorluk ve Toplumsal Yatırımlar, Trafik Güvenliği, Müşteri Sağlık ve Güvenliği, Satış Sonrası Hizmetler, Toplumsal Sorumluluk, Duyarlılık, Katkı Sağlama ve Çağdaşlık, İnsan ve Yaşam Kalitesi, Eğitim, Sağlık, Sanat ve Spora Destek Sağlama, Kültürel çeşitliliği Teşvik, Topluma Zarar Veren Anlaşmalardan Kaçınma
Mahremiyet	Verileri Saklama, Gizlilik, Bilgi Sızdırma, İçsel Verilerin Paylaşımaması, Üçüncü Şahıslara Avantaj Sağlamaktan Kaçınma, Kişisel Verilerin Gizlenmesi, İlişki İçerisinde Olunan Şirket Verilerinin Saklanması, Sır Saklama Zorunluluğu,
Demokratik Eğilimler	Tam Bilgilendirme, Sağlıklı Prosedürler, Yanıltıcı İfadeler, Fırsat Eşitliği, Tarafsızlık,
Kurumsallık	Doğru Veriler, Veri güvenliği, Şeffaf ve Tam Beyanat, Çalışma Saatleri, Eski İşverenler, Devlet Kurumlarıyla İlişkiler, İlişkili Taraf İşlemlerinden Kaçınma, Çıkar işlemlerinden Kaçınma, Alınan ve Verilen Hediyeler, Bilgi Teknolojileri Politikalarına Uyum, Finansal Raporlama, Liderlik, Girişimcilik, Şirketin Mallarını ve Kaynaklarını Özenle ve Etkili Kullanmak, Kurumsal Değerlere Bağlılık, Ortak Akıl, İş ilkeleri, Akraba İstihdamı Yönetim Kurulları, Eposta Kullanımı, Mülkiyet Hakkına Saygı
Medya İlişkileri	Halkla İlişkiler, Sıkı İletişim, İtibarın Sürdürülebilirliği, Şirketi Zorda Bırakacak Beyan ve Açıklamalardan Uzak Durmak, Sosyal Medyayı Hızlı ve Etkin Kullanımı, Açık ve Şeffaf İletişim, Yanıltıcı Mesajlardan Uzak Durmak, Satış ve Pazarlama da Aldatıcı Açıklamalardan Kaçınmak, Eşitlik Çerçevesinde Bireyleri Küçük Düşüren Açıklamalardan Kaçınmak

Yapılan betimsel içerik analizi sonucunda “insan merkezlilik”, “hukukun üstünlüğü”, “dürüst rekabet”, “çalışanların gelişimi ve hakları”, “paydaş hakları”, “çevre hassasiyeti”, “toplumsal katkıları”, “mahremiyet”, “demokratik eğilimler”, “kurumsallık”, “medya ilişkileri” temalarının etik kodlar çerçevesinde ön plana çıktığı görülmektedir. İşletmelerin geliştirmiş oldukları etik ilkelerinin analiz edilmesi ile ön plana çıkan etik kodlamalar Tablo 2’de yer almaktadır. Bu tabloda yer alan etik kodlamalar ve bu kodlamaları oluşturan unsurların yoğunluğu işletmelerin etik konularda hassasiyet düzeyini göstermektedir.

İnsan merkezlilik kodu çerçevesinde stratejik birimler olarak işletmelerin, müşterileri iki farklı yön ile ele aldıkları görülmektedir. Bunlardan birinci müşterilerin kendi özü itibarıyla değerli bir varlık olarak insanı tanımladıkları “insani yönüdür (insan boyutu, gelişim, ahlaki değerler, itibar, saygı, modern kölelik, çocuk işçi kullanımından kaçınma vb.). Diğeri ise ekonomik ve

ticari ilişkiler geliştirdikleri ve bu doğrultuda iletişim halinde oldukları “müşteri yönüdür” (müşteri odaklılık, uygun fiyatlar, müşteri ilişkiler vb.). Hukukun üstünlüğü kodu çerçevesinde ise politika yapıcıların ortaya koydukları yasalar ve bu çerçevede geliştirilen mevzuatlara uyum ve bu doğrultuda geliştirilen kavramların (rekabet hukuku, yasalara uyum, rüşvet ve yolsuzlukla mücadele, kayıt ve raporlama prosedürlerin yerine getirilmesi vb.) işletmelerin etik hassasiyetlerinde ön plana çıktığı görülmektedir. Doğru rekabet kodu çerçevesinde ise işletmelerin doğru ve adil bir rekabet çerçevesinde rakiplerin ve müşterilerin haklarını korumayı dikkate aldıkları görülmektedir (rakipler hakkında gizli bilgi toplamama, haksız rekabetten kaçınma, hakimiyeti kötü kullanma vb.). Çalışanların gelişimi ve hakları kodu çerçevesinde ise işletmelerin çalışanların kişisel gelişimi, özlük hakları ve takım ruhu gibi etik hassasiyetler ile bir yandan yenilikçi ve çalışılmak istenen bir kurum imajı oluşturmak diğer yandan ise kurumsallığın gerekleri olan faaliyetlere önem verdikleri görülmektedir (Takım ruhu, işe alımda adalet, yaşam kalitesini yükseltme, çalışanların bilgilerini saklama vb.). Paydaş hakkı kodu ise müşterilerden daha kapsamlı bir çerçevede birinci dereceden sorumluluk sahibi oldukları devlet, toplum, çevre gibi unsurlara yönelik işletmelerin bütüncül bakışa açısı geliştirdikleri bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda ise işletmelerin paydaşlarına yönelik adil, sorumluluk sahibi ve ilkesel olarak kurumsal bir yaklaşımla ilkeler geliştirdiği (bilgi paylaşımında gizlilik, karşılıklı yarar, dürüstlük ve adil davranma vb.) görülmektedir. Çevre hassasiyeti kodu ile işletmelerin varlıklarını sürdürdükleri fiziksel çevreye (çevrenin korunması, enerji verimliliği, yöntem geliştirmek, bilinçlendirme vb.) ve toplumsal katkılar kodu ile faaliyet faaliyetlerini gösterdikleri yaşam alanına (bağışlar, toplumsal katkılar, duyarlılık, insan ve yaşam kalitesi vb.) önemli derece de hassasiyet gösterdikleri görülmektedir. Mahremiyet kodu ile işletmelerin kendi kurumsal yapısı, müşteriler ve çalışanlar hakkında verilerin saklanması önem verdikleri görülmektedir (verileri saklama, gizlilik, bilgi sızdırma vb.). Demokratik eğilimler kodu ise işletmelerin çalışanlar, müşteriler, toplum vb.’ne yönelik eşitlik ve tarafsızlığı ön plana aldıkları (yanıltıcı ifadelerden kaçınma, tam bilgilendirme ve fırsat eşitliği vb.) ve bu doğrultuda ilkeler geliştirdikleri görülmektedir. Kurumsallaşma kodu ise işletmelerin kendisi (bilgi teknolojilerine uyum, finansal raporlama, kurumsal değerlere uyum vb.), çalışanı (çalışma saatleri, veri güvenliği vb.), müşteri (veri güvenliği, alınan ve verilen hediyeler vb.) ve devletle (şeffaf ve tam beyanat, devlet kurumları ile ilişkiler vb.) olan ilişkilerinde benimsemiş oldukları kurumsal ilkeler çerçevesinde eylemlerde bulunduğunu göstermektedir. Medya ilişkileri kodu ise kurum imajı, şeffaflık ve itibar koruma vb. gibi

konularda işletmelerin hassasiyet gösterdikleri bir kod olarak ortaya çıkmaktadır (halkla ilişkiler, sıkı iletişim, itibarın korunması vb.)

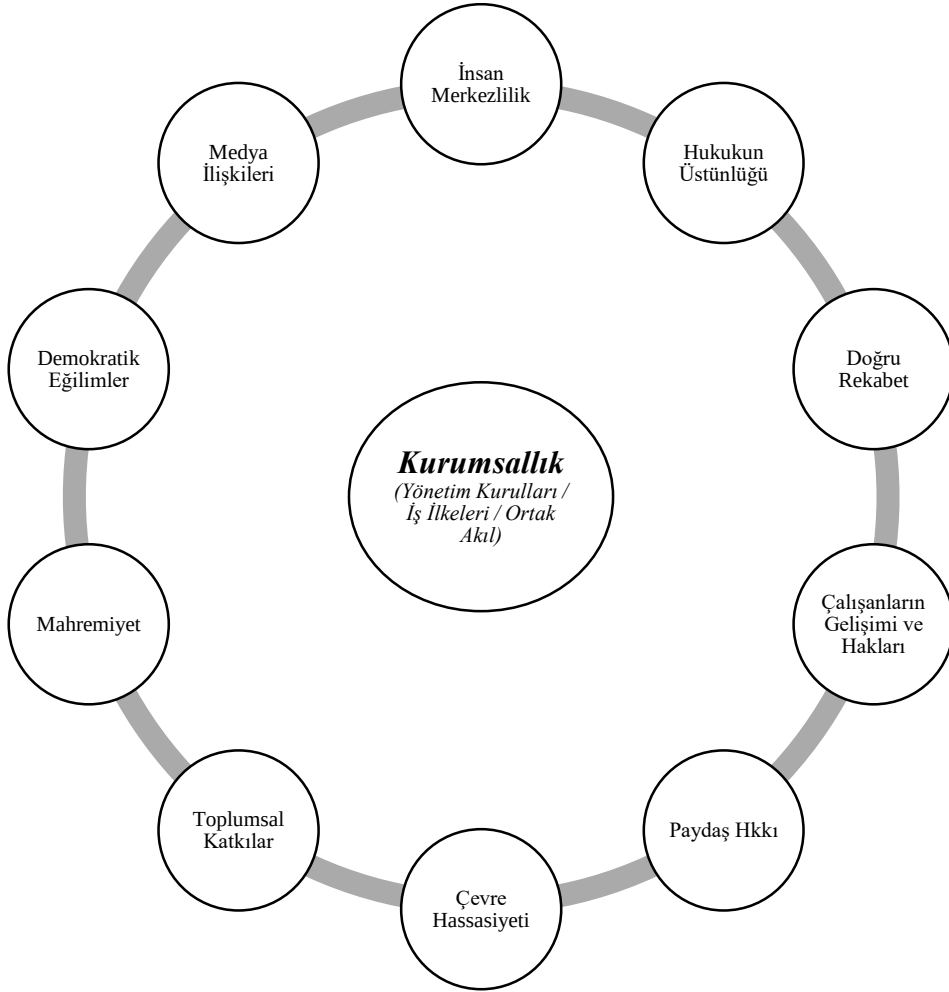
5. SONUÇ

Borsa İstanbul’da yer alan işletmelerin etik hassasiyetlerinin ele alındığı bu çalışma da stratejik birimler olarak faaliyetler gösteren işletmelerin geliştirmiş oldukları etik ilkeler analiz edilmiştir. İşletmelerin geliştirmiş oldukları etik ilkeler çerçevesinde insani, toplumsal, rekabet, çevre ve devlet perspektiflerinde etik hassasiyetler gösterdikleri görülmektedir. Bununla birlikte işletmelerin etik hassasiyetlerini, geliştirdikleri söylemler ve şirket politikaları ile desteklemesi ve işletmelerin kurumsallığının önemli bir göstergesi olarak kabul edilmesi bu çalışmanın sonucunda ortaya çıkan önemli bir önerme olarak kabul edilebilir.

Çalışma sonucunda stratejik birimler olarak tanımlanan işletmelerin “etik hassasiyetler” konusunda zengin teorik çerçeveler oluşturması, bu çalışmanın önemli bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Çünkü stratejik eylemlerin “rekabet avantajı”, “pazar payını büyütme” ve “varlığını sürdürme” vb. özelliklere sahip olması; işletmelerin müşteri, çalışan, toplum, rakipler ve devlete yönelik etik dışı eylemler geliştirmesine sebep olabilmektedir. Bu varsayıma karşılık olarak etik kodlar incelendiğinde, işletmelerin paydaşı konumunda olan bu unsurlara karşılık olarak özenli bir çerçeve de faaliyetler geliştirdikleri görülmektedir. Her ne kadar “düşüncenin eyleme dönüşme potansiyeli” bir sorunsal olarak düşünülse de işletmelerin/yöneticilerin etik hassasiyetlerinin teorik çerçevesinin kapsamlı ve detaylı olarak sunulması bu çerçeve de önem arz eden eylemler olarak değerlendirilebilir.

Şekil 1’ de sunulan etik ilkeler döngüsü bu çalışma da ortaya çıkan bir model olarak değerlendirilebilir.

Şekli 1: Stratejik Birimler Olarak Faaliyet Gösteren İşletmeler de Etik İlkeler Döngüsü Modeli



Çalışmanın bulguları dikkatle incelendiğinde işletmelerin oluşturdukları etik kodların kurumsallaşmanın önemli bir göstergesi olarak tanımladıkları görülmektedir. Bu bağlamda işletmelerde ahlaki değerler, normlar ve kuralların öznel bir bakış açısıyla değerlendirilmesinin yerine rasyonel bir düzlemde oluşturulması bu çalışma da ön plana çıkan önemli bir sonuçtur. Bu bakış açısı literatürde yapılan “insan davranışını ve etkileşimlerini düzenleme adına kurallar geliştirme (Delaney, 2020)”, “ahlaki yapıların felsefi temellerini araştırma (Krishnamurthy, 2011)” ve “evrensel ilkeler, genel yargılar ve normatif standartlar çerçevesinde davranışların rasyonellğini sorgulama (Bartneck vd., 2020, De George, 2025)” tanımlamaları ile uyumluluk göstermektedir. Ayrıca iş etiğinin “iş dünyasında geçerli olan ahlaki değerlerin ve iş uygulamalarının rasyonel bir şekilde sistematik biçimde analiz edilmesi (De George, 2005) tanımlaması” etik ilkelerin kurumsal ve ortak akla dayalı olarak resmi bir işletme ideoloji haline

gelmesi ve bu doğrultuda kurumsallık kazanması bu çerçevede de ön plana çıkan bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Bartneck, C., Lütge, C., Wagner, A., & Welsh, S. (2020). What Is Ethics?. In *An introduction to ethics in robotics and AI* (pp. 17-26). Cham: Springer International Publishing.
- Burks, B. (2006). *The Impact of Ethics Education and Religiosity on the Cognitive Moral Development of Senior Accounting and Business Students in Higher Education*. Unpublished doctoral thesis. Nova Southeastern University, USA.
- Brenkert, G. G. (2016). Business ethics and human rights: An overview. *Business and Human Rights Journal*, 1(2), 277-306.
- De George, R. T. (2005). A history of business ethics. In *Paper delivered at the third biennial global business ethics conference*. Santa Clara, CA: Markkula Center for Applied Ethics (pp. 337-359).
- Delaney, J. (2005). *The Impact of Ethics Education on the Moral Reasoning Ability of Accounting Students*. Unpublished doctoral thesis. Ambrose University, USA.
- Doğan, N. (2009). İş etiği ve işletmelerde etik çöküş. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 8(16), 179-200.
- Drucker, P. (1981). "What is 'Business Ethics'?" *The Public Interest* 63: 18-36
- Gilbert, J. T. (1992). Teaching business ethics: What, why, who, where, and when. *Journal of Education for Business*, 68(1), 5-9.
- Güven, M., BAKAN, İ., Büyükbeşe, T., & TAŞLIYAN, M. (2004). Kobi Yöneticilerinin İş Ahlakı ve Sosyal Sorumluluk Algılaması: K. Maraş Kobi'lerinde Bir Araştırma. *I. Kobiler ve Verimlilik Kongre Kitabı*, 799-809.
- Krishnamurthy, P. (2011). *An introduction to ethics*. Available at SSRN 1781502.
- Loeb, S. (1971). A Survey of Ethical Behavior in the Accounting Profession. *Journal of Accounting Research* 9(2): 287-306.
- Rachels, J. & Rachels, S. (1993). *The Elements of Moral Philosophy*. New York: McGraw-Hill.
- Ural, T. (2003). *İşletme ve Pazarlama Etiği*, Ed. Cemal Yükselen, 1.Baskı, Ankara, Detay Yayıncılık.

İŞLETMELERİN DEĞERLER ÇERÇEVESİNDE İNSANA BAKIŞ AÇISININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Sinan KIZILTOPRAK

Düzce Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Düzce, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8017-4881

ÖZET

Değer kavramı, bireysel olarak kişinin kendisini ve çevresini yorumlama ve bu doğrultuda anlamlar geliştirme olarak tanımlanırken; işletmeler açısından ele alındığında fiziksel, toplumsal ve ekonomik olarak bulunduğu çevreye “katkı sağlama” ve bu doğrultuda sorumluluk sahibi birimler olarak çeşitli faaliyetler/stratejiler (reklamlar, projeler, sponsorluklar) gerçekleştirmesi/geliştirmesi anlamına gelmektedir. Bununla birlikte ekonomik/ekonomik olmayan nedenlerle “insan merkezli” ve “insan odaklı” söylemler geliştirme ve insana atfedilen “üstün değerine” yapılan vurgulamalar günümüzde ön plana çıktığı görülmektedir. Burada temel sorunsal işletmelerin insana atfettiği değer ne olduğu ile ilgilidir? İnsan ekonomik ve fiziksel çevrede işbirlikçi olarak tanımlanacak bir ortak mı yoksa birimlerin menfaatlerinden bağımsız olarak kendi özünde değerli olan bir varlık mı? Bu çerçevede bu çalışmanın amacı işletmelerin oluşturdukları değerler çerçevesinde insana bakış açısının değerlendirilmesidir. Araştırma deseni olarak nitel araştırma deseni ve bu desenin stratejilerinin kullanılacağı bu çalışmanın örneklemini, Borsa İstanbul’da faaliyet gösteren işletmelerden seçilmiştir. Borsa İstanbul’da faaliyet gösteren ilk 100 şirket çalışmanın örneklemini oluştururken, çalışmanın evreni 708 şirketten oluşmaktadır. Çalışma da analiz edilecek veriler her bir kurumun web sitesinde yer alan “etik ilkeler” ve “değerlerimiz” ifadelerinden toplanmıştır. Bununla birlikte toplanan veriler nitel araştırma yöntemlerinde sıklıkla kullanılan içerik analiz tekniği ile derinlemesine ve keşifsel olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde araştırma problemine paralel olarak işletmelerin insana dönük olarak her iki bakış açısına da sahip oldukları anlaşılmaktadır. Bunlardan birincisinde insan, işletmelerin etkileşimde bulunduğu ekonomik birim (işbirlikçi, paydaş, ortak temaları) olarak değerlendirilmiştir. Diğer yaklaşımda ise insan, işletmenin sorumluluk sahibi olduğu ve toplumsal değer unsuru olarak doğrudan insanın özüne odaklandıkları bir varlık olarak ele alındığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yönetim, Örgüt, Değerler, İnsan, Borsa İstanbul

EVALUATION OF BUSINESSES' PERSPECTIVE ON HUMAN BEINGS WITHIN THE FRAMEWORK OF VALUES

ABSTRACT

While the concept of value is defined as an individual's interpretation of herself/himself and environment and developing meanings in this direction, when considered from the perspective of businesses, it means "contributing" to the physical, social and economic environment in which it is located and carrying out / developing various activities / strategies (advertisements, projects, sponsorships) as responsible units. In addition, for economic/non-economic reasons, the development of "human-centered" and "human-focused" discourses and the emphasis on the "superior value" attributed to humans seem to be at the forefront today. The main problem here is about what value do businesses attribute to people? Is the human being a partner to be defined as a collaborator in the economic and physical environment, or is he/she an intrinsically valuable being, independent of the interests of the units. In this context, the purpose of this study is to evaluate the perspective of businesses towards people within the framework of the values they create.

The sample of this study, in which the qualitative research design and the strategies of this design are used as the research design, was selected from the companies operating in Borsa Istanbul. While the first 100 companies operating in Borsa Istanbul constitute the sample of the study, the universe of the study consists of 708 companies. The data to be analyzed in the study were collected from the "ethical principles" and "our values" statements on each institution's website.. In addition, the collected data were analyzed in depth and exploratory with the content analysis technique, which is frequently used in qualitative research methods. When the results of the study are evaluated, it is understood that businesses have both perspectives towards people, parallel to the research problem. In the first of these, humans have been evaluated as an economic unit (collaborator, stakeholder, partner themes) within businesses.

In the other approach, humans are considered as an entity for which the business has responsibility and focuses directly on the essence of humans as an element of social value.

Keywords: Management, Organization, Values, Human Being, Borsa Istanbul

1. GİRİŞ

Değer kavramı, bireysel olarak kişinin kendisini ve çevresini yorumlama ve bu doğrultuda anlamlar geliştirme olarak tanımlanırken; işletmeler açısından ele alındığında fiziksel, toplumsal ve ekonomik olarak bulunduğu çevreye "katkı sağlama" ve bu doğrultuda sorumluluk sahibi birimler olarak çeşitli faaliyetler/stratejiler (reklamlar, projeler,

sponsorluklar) gerçekleştirmesi/geliştirmesi anlamına gelmektedir. İşletmeciliğin tanımlanmasında yer alan “varlığını sürdürmek”, “kar elde etmek” ve “toplumsal değer üretmek” boyutlarından da anlaşılacağı üzere işletmenin temel amaçlarından birisi sosyal ve fiziki çevrenin önemli bir unsuru olarak değer üretmek ve bu doğrultuda faaliyetler geliştirmektir. Durum böyle olmakla birlikte günümüzde işletme algısının rekabet ve kazanç üzerinden oluşturulduğu görülmektedir. Bununla birlikte işletmelerin bu algıyı yıkmak adına değerler ve etik ilkeler geliştirdikleri ve bulundukları sosyal ve fiziki çevreye karşı sorumluluk sahibi olduklarına yönelik gerçekçi faaliyetler geliştirdikleri söylenebilir.

İşletmelere yönelik geliştirilen bu ikili bakış açısını topluma, hukuka, çevreye, rakiplere karşı gerçekleştirdiği faaliyetlerden anlaşılması mümkün görülebilir. İşletmelerin niyetlerinin kurumsallık gereği olarak kamu ile paylaşılan değer, etik ve vizyon vb. bildirgelerinden anlaşılabilir. Her ne kadar “”düşüncenin, eylemlerle eşit olarak değerlendirmenin yanıltıcı olacağı” bilinen bir gerçeklik olsa da, bu bildirgeler işletmelerin kurumsallık ve duyarlılıkları ile ilgili önemli ipuçları vereceği söylenebilir.

İşletmelerin değerler çerçevesinde insanı nasıl konumlandıkları bu çalışmanın temel sorunsalını oluşturmaktadır. Bir başka ifade ile çalışmanın temel problemi işletmelerin insana atfettiği değer ne olduğu ile ilgilidir. Bu bağlamda işletmelerin ikili bir yaklaşımla insanı ele aldıkları görülmektedir. Ekonomik/ekonomik olmayan nedenlerle “insan merkezli” ve “insan odaklı” söylemler geliştirme, işletmeleri ve insana atfedilen “üstün değerine” yapılan vurgulamalar günümüzde ön plana çıktığı görülmektedir. Bu bağlamda işletmelerin için müşteriler sadece ürün ve hizmetleri satacakları bir hedef pazar değil aynı zamanda birinci dereceden sorumlu oldukları bir paydaş olarak tanımladıkları söylenebilir. Bir diğer yaklaşımda ise insanın, işletmenin amaçlarına ulaşma da fayda sağladıkları sadece bir araç/meta olduğu anlayıştır. Bu tartışma çerçevesinde insan ekonomik ve fiziksel çevrede işbirlikçi olarak tanımlanacak bir ortak mı yoksa birimlerin menfaatlerinden bağımsız olarak kendi özünde değerli olan bir varlık mı? sorusunun cevaplandırılması büyük önem arz etmektedir. Bu çerçevede bu çalışmanın amacı işletmelerin oluşturdukları değerler çerçevesinde insana bakış açısının değerlendirilmesidir.

2.LİTERATÜR

2.1.Değer Kavramı

Literatürde değer kavramının, bireylerin davranışlarının dolaylı ya da dolaysız olarak etkileyen/yönlendiren (Özgüven, 1994) temel insani unsur tanımlaması üzerinde genel uzlaşma bulunmaktadır. Bununla birlikte bu kavramın farklı disiplinlerce ele alınan bir konu olmasına

rağmen, yazarların uzlaşa halinde oldukları teorik olarak zengin bir tanımlamaya sahip olduklarını söylemek güçtür (Aladağ ve Kuzgun, 2015). Bunun temel sebebi davranış bilimleri, psikoloji, sosyoloji ve antropoloji vb. gibi farklı disiplinlerin biliş, tutum ve davranış ve kültür vb. bakış açılarından konuyu ele alması gösterilebilir (Aladağ ve Kuzgun, 2015). Ayrıca sosyal bilimler disiplinlerinin uzun yıllar pozitivist yaklaşımla ele alınması, değer kavramının tanımlanmasına ihtiyaç duyulmamasına neden olduğu söylenebilir (Özensel, 2003)

Bununla birlikte literatürde değer kavramına yönelik farklı tanımlamaların yapıldığı görülmektedir. Kısaca değer kavramı toplumun sosyal ve kültürel unsurlarına anlamlar yükleyen en önemli ölçütler (Özensel, 2003) ve insan davranışını şekillendiren anlayışlar olarak tanımlanabilir (Balcı, 2008). Bununla birlikte değer, psikoloji perspektifinden değerler iyi ve kötüyü ayırt etme de yol gösterici ve bu süreçte ilerlerken insan davranış ve karakterini hatta etkileyen soyut olgulardır (Aladağ ve Kuzgun, 2015). Sosyoloji perspektifinden ise değer kavramı bireylerin eylemler ve amaçlarını değerlendirme de ölçüt sunan ve toplumun paydaşlarının duygusal bağlılıkları ile meydana getirdikleri davranışsal ilkelerdir (Theodorson ve Theodorson, 1979: 455). Felsefe ya da hayata bakış açısından ele alındığında ise değer kavramı bireyin dünyaya, topluma, bireye bakış açısını ve dün, bugün ve yarının üzerinden düşünerek evreni algılayış biçimini etkileyen ve yaşam felsefesini ortaya koyan bir anlayıştır (Balcı, 2008: 4).

2.2.İşletmelerde Değer Kavramı ve Örgütsel Değerler

Toplumsal ve örgütsel kültürün önemli bir yanını şekillendiren (Lewis vd., 1998) değerler, işletmelerin temel felsefesini ve iş yapış şekillerini etkileyen (Özkalp, 2002) sosyal bir kavramdır. Doğru davranış kalıpları tanımlama işlevselliğine sahip olan değerler (Schein, 2002) örgütteki tüm bireylerin ortaklaşa inandığı, paylaştığı ve kurum kültürünün önemli bir ögesi olarak benimsediği inançlar anlamına gelmektedir (Akıncı, 1998).

Kültür ve örgüt kültürü kavramlarından farklı olarak değerlendirilemeyecek olan değer/değerler kavramı, kültürün daha çok gözle görülmeyen, örgütsel sorunların çözümünde uygun çözüm biçimleri sunmaktadır (Şişman, 1994). Bununla birlikte örgütsel değerler birey ve gruplar arasından paylaşılan değerler anlamına gelmektedir (Enz, 1988). Ayrıca örgütsel değerler bireyin kim olduğu?, neyi temsil ettiği? ve hedeflerinin neler olduğu? sorularına uygun cevapların oluşturulması ve işletmenin temel amaçlarının oluşturulmasında katkı sağlayan önemli bir kavramdır (Erdem, 2007).

Değer ve örgütsel değerler hakkında yapılan tanımlamalar birlikte incelendiğinde örgütsel değerler, örgüt düzleminde işletmelerin iş yapış şekillerini ve hayata bakış açısını etkileyen

(Özkalp, 2002) örgütsel problemlerin çözümünde kolaylık sağlayan (Şişman, 1994) inançlar ve davranış ilkeleri olarak tanımlanabilir. Örgütsel değerler, örgütün kültürü içerisinde yer alan ve örgüt kültürünü temsil eden değerlerdir (Enz, 1988)

Birey ve örgütü değer kapsamında ele alan çalışmalarda, değer kavramının bireysel ve örgütsel düzlemlerde ifade edildiği görülmektedir. Bireysel açıdan ele alındığında değerler; bireyin perspektifinden yönetici/çalışanların karakteristiklerini, değer yargılarını ve inançlarını ifade etmektedir. (Dönmezler, 1978). Değerlere örgütler açısından ele alındığında ise bu kavram birbirleriyle tutarlı değer seti anlamına gelmektedir (Rokeach, 1972).

Lalek (2011) ise, örgütlerde değer kavramının farklı yönelimlere dayalı olarak farklı şekillerde kategorileşeceğini ifade etmiştir;

- * **Kurumsal Değerler;** Eleştirel ve rasyonel yaklaşımlarla oluşturulur.
- * **Ekonomik Değerler;** Fayda ve pratikliğe dayalıdır.
- * **Estetik Değerler;** Biçim ve ahenk ön plandadır.
- * **Sosyal Değerler;** Sevgi ve ilişkiselliğe dayalıdır.
- * **Politik Değerler;** Güç ve etki alanının genişlemesine dayalı oluşur.
- * **Kutsal Değerler;** İnanca dayalı oluşumları anlamaya dayalıdır.

3.ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışmanın amacı işletmelerin oluşturdukları değerler çerçevesinde insana bakış açısının değerlendirilmesidir. Araştırma deseni olarak nitel araştırma deseni ve bu desenin stratejilerinin kullanılacağı bu çalışmanın örnekleme, Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren işletmelerden seçilmiştir. Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren ilk 100 şirket çalışmanın örneklemini oluştururken, çalışmanın evreni 708 şirketten oluşmaktadır. Çalışma da analiz edilecek veriler her bir kurumun web sitesinde yer alan “değerler” “etik değerler” ve “etik ilkeler” başlıklı raporlardan oluşmaktadır. Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren her bir işletme kurumsallaşma ilkeleri gereği web sayfalarında bu raporları paylaşmaktadırlar. Bununla birlikte toplanan veriler nitel araştırma yöntemlerinde sıklıkla kullanılan içerik analiz tekniği ile derinlemesine ve keşifsel olarak analiz edilmiştir. İçerik analizi “sosyal gerçekliği araştırma sürecinde nesnel ve sistematik yaklaşıma dayalı olarak önceden belirlenen ölçütlere göre kavramlardan, metinlerden, sözlü veya yazılı materyallerden anlamlar çıkarmayı amaçlayan metodolojik araç ve teknikler bütünü olarak” (Tavşancıl ve Aslan, 2001) tanımlanmıştır. Bir başka tanımda ise içerik analizi, metni oluşturan kavram/kelimeleri belirli kurallar çerçevesinde yapılan kodlamalar ve oluşturulan kategorilerle ele alan bir sistematik yaklaşım olarak tanımlanmıştır

(Geray, 2011). Yapılan analiz sonucunda 4 farklı tema ve bu temaların birlikte gösterdiği araştırma modeline sonuç kısmında yer verilmiştir.

4.BULGULAR

Araştırma problemi çerçevesinde Borsa İstanbul’da faaliyet gösteren ilk 100 işletmenin kamuya paylaştıkları “Değerler” ve “ Etik İlkeler” bildirilerinde ön plana çıkan çekirdek kodlar ve bu doğrultuda oluşturulan temalara Tablo 1’ de yer verilmiştir.

Tablo 1’de yer alan bilgilere göre işletmelerin insanı nasıl konumlandıklarına yönelik 4 farklı yaklaşım (tema) ortaya çıkmaktadır. Bunlar işletme ve müşteri/insan ilişkisinde 1) müşteri-insan ve 2) insan- müşteri temalarıdır. Bununla birlikte diğer temalar işletme ve çalışan/insan ilişkisinde 3) çalışan-insan ve 4) insan-çalışan temalarıdır. Bu tabloda yer alan temalar ve bu temaları oluşturan unsurların (kodların) yoğunluğu, işletmelerin insanı nasıl konumlandığına yönelik önemli fikir vermektedir. Ayrıca Tablo 2’ de işletmelerin insanı nasıl konumlandığına yönelik geliştirmiş oldukları söylemlere yer verilmektedir. Bununla birlikte araştırmanın bulgularını değerlendirmelerde işletmelerin niyetlerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Çalışmanın öznesini oluşturan işletmelerin niyeti, teorik çerçeve de işletmelerin kuruluş amaçlarına (kar, devamlılık ve toplumsal fayda) dayalı olarak değerlendirilecektir.

Müşteri – insan temasına göre, insan, işletmelerin ticari eylemlerini gerçekleştirdiği ve ekonomik amaçlarla bir araya geldiği önemli bir paydaştır. Müşteri odaklılık, uygun fiyatlar, müşteri ilişkileri vb. çekirdek kodlara göre müşteri-insan teması işletmelerin yoğunlukla ticari amaçlar için müşterilere sağlamış oldukları kolaylıklar/avantajları göstermektedir (Örnek Söylem, Tablo 2).

Tablo 1: İşletmelerin Değerleri Çerçevesinde İnsana Bakış Açısının Boyutlandırılması

<i>Tema</i>	<i>Kod</i>
Müşteri - İnsan	<i>Müşteri Odaklılık, Uygun Fiyatlar, Müşteri İlişkileri, Müşteri Sağlık ve Güvenliği, Satış Sonrası Hizmetler,</i>
İnsan- Müşteri	<i>İnsan Hakları, İnsan, İtibar ve Ekonomik Haklara Saygı, İnsana Yatırım, Dürüstlük, Güven, Tarafsızlık, Eşitlik ve Güven, Adalet, Çeşitlilik, Temel Ahlaki ve İnsani Değerler, Çocuk İşçi Kullanımından Kaçınma Modern Kölelik, Bağış, Sponsorluk ve Toplumsal Yatırımlar, Trafik Güvenliği, Toplumsal Sorumluluk, Duyarlılık, Katkı Sağlama ve Çağdaşlık, İnsan ve Yaşam Kalitesi, Eğitim, Sağlık, Sanat ve Spora Destek Sağlama, Kültürel çeşitliliği Teşvik, Topluma Zarar Veren Anlaşmalardan Kaçınma</i>
Çalışan- İnsan	<i>Sağlıklı ve Güvenli İş ortamı, İşe alımlarda Adalet, Yaşam Kalitesi ve Refah Yükseltme, En Çok Çalışılmak İstenen Şirket, , Çalışan Bilgi Gizliliği, İzlenme, Kayıt Cihazları Kullanımı, Çıkar Çatışma Önlemi, Çıkar Çatışmaları, İçerden Öğrenme, Etkin İletişim,</i>

İnsan-Çalışan	<i>Takım Ruhu, Bilinç ve Farkındalığı Artırıcı Seminerler, Ayrımcılık, Taciz, Vefa, Dayanışma, İş Ahengi, Ait Hissetme</i>

İnsan-müşteri temasında ise insani ve toplumsal yönleri ile ilişkilendirilen kodlamaların daha fazla olduğu görülmektedir. İnsan hakları, insan, itibar ve ekonomik haklara saygı, insana yatırım, dürüstlük, yaşam kalitesi, eğitim vb. kodlamalara göre insan-müşteri teması işletmelerin insana yoğunlukla ekonomi dışı gayelerle yaklaştığı göstermektedir. (Örnek Söylem, Tablo 2)

Çalışan- insan temasına göre, insan, işletmelerin ticari eylemlerini gerçekleştirme de fayda sağladığı ve karşılıklı çıkarın ön plana çıktığı bir paydaş olarak değerlendirilmektedir. Sağlıklı ve güvenli iş ortamı, işe alımlarda adalet, yaşam kalitesi ve refah yükseltme, en çok çalışılmak istenen şirket vb. kodlamalar işletmelerin ekonomik gayelerini önceliklediklerine yönelik ortaya çıkan kodlamalardır. (Örnek Söylem, Tablo 2)

Tablo 2: İşletmelerin İnsana Bakış Açısına Yönelik Geliştirdiği Söylemler

<i>Tema</i>	<i>Geliştirilen Söylemler</i>
Müşteri - İnsan	<i>“Müşterimizi tanıyarak ve detaylı dinleyerek beklentilerine uygun, uygulanabilir ürün, hizmet ve çözümler sunmak; bu ürün ve hizmetlerimizi fiyatlandırmak önceliğimizdir”</i>
İnsan- Müşteri	<i>“Başkalarının itibarına, servetine ya da tüm diğer insani ve ticari haklarına saygılıyız.”</i> <i>“Farklı kültürlere ve bakış açılara saygılıyız”.</i> <i>“Kurum içi ve dışı ilişkilerimizi, sağlıklı insan ilişkileri anlayışına dayalı olarak yürütüyoruz.”</i>
Çalışan- İnsan	<i>“İş stratejisinin merkezine iş sağlığı, güvenliği ve çevresel duyarlılığı koyar, faaliyet gösterdiğimiz her alanda çalışmalarımızın daima güvenli ve verimli olmasını hedefleriz.</i>
İnsan- Çalışan	<i>“Çocuk işçiliğine, köleliğe, insan ticaretine ve zorla çalıştırmaya karşı tolerans göstermeyiz”</i> <i>“İşe alımlarda cinsiyet, dil, din düşünce farklılığı gözetmeden ,,,işe uygun vasıflarını ararız.”</i>

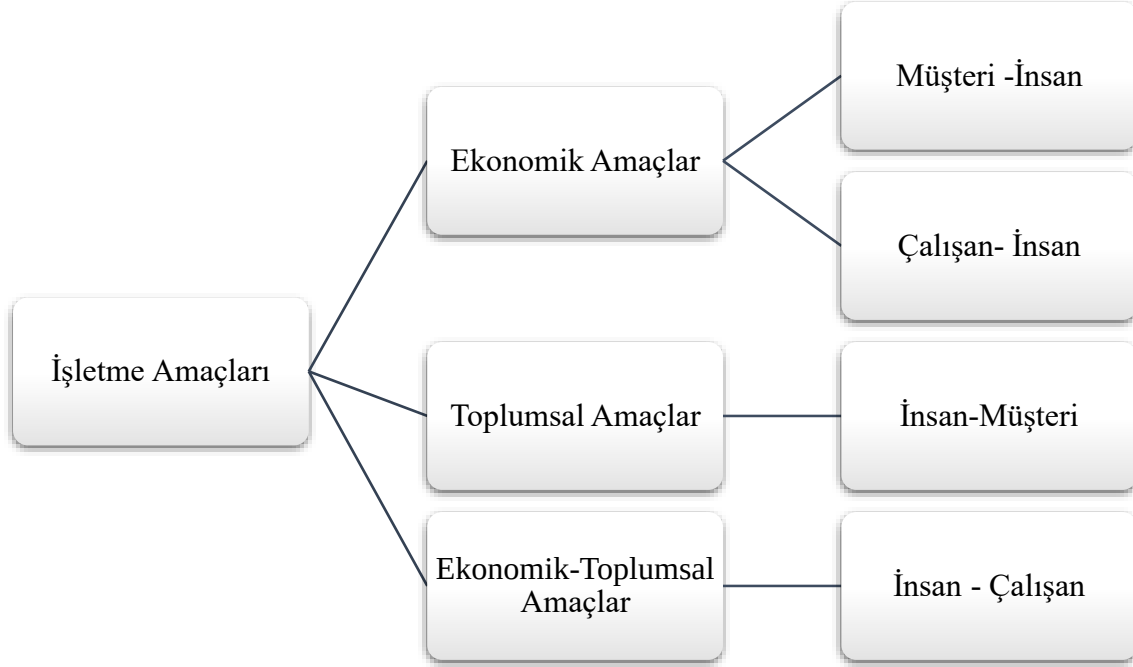
İnsan-çalışan temasına göre ise, işletmelerin çalışan bireyler olarak insanı, toplumsal fayda ve ekonomik gayeler çerçevesinde insani ve ticari yönleri ile ele aldıkları görülmektedir. Takım ruhu, bilinç ve farkındalığı artırıcı seminerler, ayrımcılık, taciz, vefa, dayanışma, iş ahengi vb. kodlamalar işletmelerin sağlıklı ve uyumlu bir işyeri oluşturmak adına geliştirdikleri kodlamalara örnek verilebilir. (Örnek Söylem, Tablo 2)

5.SONUÇ

Borsa İstanbul’da yer alan işletmelerin insana bakış açısının ele alındığı bu çalışma da işletmelerin kurumsal çerçevesinde geliştirmiş oldukları değerler ve etik ilkeler analiz

edilmiştir. Kurumsal raporların analizi sonucunda işletmelerin insana bakış açısını hangi gayelerle gerçekleştirdiklerine yönelik araştırma modeline şekil 1’de yer verilmiştir.

Şekil 1: İşletmelerin Temel Amaçları Çerçevesinde İnsana Bakış Açısı



Bu modele göre işletmelerin temel amaçları olan ekonomik (kar ve devamlılık) ve toplumsal fayda sağlama, işletmenin insana bakış açısını şekillendiren önemli bir unsur olarak kabul edilebilir. İşletmeler ekonomik amaçlar perspektifi açısından değerlendirildiğinde müşteriler (müşteri-insan) ve çalışanları (çalışan) ile olan ilişkilerinde ticari ve ekonomik çıkarlarının toplumsal değer sağlama amaçlarından daha fazla önem kazandıkları görülmektedir. Bu yaklaşım ile işletmeler bir yandan kendileri hakkında ekonomik menfaatlara yönelik değerler oluştururken, diğer yandan müşteri ve çalışanlarına çıkarlarını korumaya yönelik değerler oluşturduğu görülmektedir. Bir başka ifade ile işletmelerin işletme-müşteri-çalışanlara yönelik “ortak menfaat” çerçevesinde ekonomik değerler oluşturdukları görülmektedir. Bu bağlamda müşteri – insan temasına göre, insan, işletmelerin ticari eylemlerini gerçekleştirdiği ve ekonomik amaçlarla bir araya geldiği önemli bir paydaş iken; çalışan- insan temasına göre, insan, işletmelerin ticari eylemlerini gerçekleştirme de fayda sağladığı ve karşılıklı çıkarın ön plana çıktığı bir paydaş olarak değerlendirilmektedir.

Toplumsal faydanın yoğunlukla ön plana çıktığı bir diğer perspektifte ise işletmeler çalışanlara ve müşterilere insani değerler üzerinde anlamlar yükledikleri görülmektedir. Bu yaklaşımda ekonomik amaçlar ve bu çerçeve de tanımlanan değerler ikinci plandadır. Bu kapsamda insan-müşteri temasına göre insan eşitlik, güven, adalet, çeşitlilik vb. temel ahlaki ve insani değerler

kapsamında değerlendirilmiş ve bu doğrultuda daha fazla insani yönler ve toplumsal değerlere vurgu yapılmıştır. Bununla birlikte çalışan- insan temasına göre ise işletmelerin insanı, hem ekonomik hem de toplumsal değer açısından dengeli bir zeminde konumlandıkları görülmektedir (Taciz, Vefa, Dayanışma, İş Ahengi, Ait Hissetme).

KAYNAKÇA

- Akıncı, Z. B. (1998). Kurum kültürü ve örgütsel iletişim. *İstanbul: İletişim Yayınları*, 122(127), 40.
- Aladağ, S., & Kuzgun, M. (2015). Sınıf öğretmeni adaylarının ‘değer’ kavramına ilişkin metaforik algıları. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (29), 163-193.
- Balcı, N. (2008). *İlköğretim 6. sınıf sosyal bilgiler dersinde değer eğitiminin etkililiği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.
- Demirci, M. K., & Aydemir, M. (2006). Örgütsel Değerlerin İşletmelerin Sosyal Sorumluluk Anlayışlarını Belirlemedeki Rolü: Bursa İlinde Gerçekleştirilen Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 311-326.
- Enz, C. A. (1988). The role of value congruity in intraorganizational power. *Administrative science quarterly*, 284-304.
- Erdem, M. (2008). *Öğretmenlere göre kamu ve özel liselerde iş yaşamı kalitesi ve örgütsel bağlılıkla ilişkisi* (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi (Turkey)).
- Geray, H. (2011). *Toplumsal Araştırmalarda Nicel ve Nitel Yöntemlere Giriş: İletişim Alanından Örneklerle*. Ankara: Genesis Kitap.
- Lalek, M. (2007). *Resmi ve özel ilköğretim okullarında örgütsel değerler (Sakarya ili örneği)* (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi (Turkey)).
- Lewis, P. S., Goodman, Stephen H. ve Fandt, P. M. (1998). *Challenges In The 21 St Century, Management*, Second Edition, South-Western Publishing Company.
- Özensel, E. (2003). Sosyolojik bir olgu olarak değer. *Değerler eğitimi dergisi*, 1(3), 217-240.
- Özgüven, E., & Testler, P. (1994). *Yeni Doğu Matbaası. An ara.*
- Rokeach, M. (1972). The nature of human values. *NSF Award*, 72(7205473), 5473.
- Schein, E. (2002). *“Örgütsel Kültür”*, (Çev: Atilla Akbaba), Dokuz Eylül Ün. Sbe Dergisi, S:3, C:4.
- ŞİŞMAN, M. (1994). *Örgüt kültürü*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Basımevi.
- Tavşancıl, E., & Aslan, A. E. (2001). *Sözel, yazılı ve diğer materyaller için içerik analizi ve uygulama örnekleri*. Epsilon.
- Theodorson, G. A., & Theodorson, A. (1979). *A modern dictionary of sociology*. New York: Barnes & Noble.

ADAPTIVE BOUNDARY PENALIZATION AND ERROR ANALYSIS IN PHYSICS-INFORMED NEURAL NETWORKS

Nail MAMMADOV (ORCID: 0000-0003-2820-6265)

Azerbaijan State Economy University, UNEC Business School, Business Administration,
The Academy of Public Administration under the President of the Republic of Azerbaijan,
Administrative Management, Information Technologies in the State Administration

Davud TARVERDILI (ORCID: 0009-0007-3944-1769)

Gymnasium with natural sciences bias, Sumgait, Azerbaijan.

Gulshan UMUD MAMMADOVA (ORCID: 0009-0002-2838-0554)

Gymnasium with natural sciences bias, Sumgait, Azerbaijan.

Abstract

Physics-Informed Neural Networks (PINNs) have emerged as a promising mesh-free approach for solving partial differential equations (PDEs), offering significant potential in high-dimensional and complex domains where classical solvers face limitations. Despite notable empirical successes, the theoretical understanding of PINNs remains incomplete, particularly regarding generalization error, stability, and the role of boundary penalization. This paper provides a comprehensive error analysis of PINNs with adaptive boundary penalization, addressing critical gaps in the existing literature.

We first derive non-asymptotic generalization bounds for PINNs by leveraging Rademacher complexity in both Sobolev and Barron spaces, thereby linking statistical learning theory with PDE analysis. Sharp approximation rates are established for ReLU networks, demonstrating polylogarithmic growth in network size relative to the desired accuracy. Unlike prior work, we explicitly incorporate optimization residuals, quantifying how incomplete training influences the final solution accuracy. A key contribution is the introduction of an adaptive strategy for the boundary penalty parameter β , formalized in Lemma 5, which provably minimizes boundary mismatch by scaling β with the ratio of interior to boundary residuals. Stability results (Lemma 6) further show that under coercivity assumptions, the PDE error is controlled by the PINN residual and boundary mismatch, culminating in a sharp energy-norm error bound (Theorem A).

Extensive numerical experiments validate the theoretical findings. Results demonstrate that PINN error is highly sensitive to β , with an optimal regime $\beta \approx 1-10$ yielding robust convergence and minimal error across mesh resolutions. Heatmaps confirm stable behavior in this range, while excessive penalization leads to error saturation and instability. These findings provide both theoretical insight and practical guidance for deploying PINNs in scientific and engineering contexts. By bridging functional analysis, statistical learning, and empirical validation, this study advances the theoretical foundation of PINNs and establishes adaptive



boundary penalization as a principled mechanism for achieving accurate and stable PDE approximations.

Keywords: Physics-Informed Neural Networks (PINNs), Partial Differential Equations (PDEs), Error Analysis, Boundary Penalization, Stability and Generalization

İSTEM MÜHENDİSLİĞİNİN YAPAY ZEKÂ ÜRETİM KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ROLÜ: FARKLI İSTEMLEME STRATEJİLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZİ

Dr. Öğr. Üyesi M. Akif YENİKAYA

Kafkas University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Kars

ORCID ID: 0000-0002-3624-722X

ÖZET

Yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin son yıllarda ulaştığı gelişmişlik düzeyi, insan-makine etkileşimini dönüştürmüş ve özellikle büyük dil modellerinin (LLM) çıktı kalitesini etkileyen yeni bir uzmanlık alanı olarak istem mühendisliği (prompt engineering) kavramını ön plana çıkarmıştır. İstem mühendisliği, bir YZ modeline sunulan girdilerin dilsel, anlamsal ve yapısal açıdan en uygun biçimde tasarlanarak modelin hedefe yönelik, tutarlı ve bağlamsal olarak doğru yanıtlar üretmesini sağlamayı amaçlayan stratejik bir süreçtir. Bu çalışma, farklı istemleme yöntemlerinin YZ tabanlı üretim performansı üzerindeki etkilerini kuramsal ve uygulamalı açıdan incelemektedir. Araştırma kapsamında zero-shot (doğrudan istemleme), few-shot (az örnekleme), chain-of-thought (düşünce zinciri) ve role-based prompting (rol temelli istemleme) olmak üzere dört temel strateji karşılaştırmalı biçimde değerlendirilmiştir. Bulgular, yalnızca komutun verilme biçiminin değil, aynı zamanda istemin içerdiği bağlam, ton ve yönlendirici bilginin de modelin üretim kalitesi üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Özellikle ön bilgilendirme ve rol temelli istemleme stratejilerinin, YZ'nin analitik düşünme kapasitesini, etik farkındalığını ve dilsel bütünlüğünü güçlendirdiği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, istem mühendisliğinin teknik bir süreçten öte, bilişsel yönlendirme, iletişim tasarımı ve anlam inşası unsurlarını bütünleştiren çok katmanlı bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, insan merkezli istem stratejilerinin, gelecekteki YZ uygulamalarında yalnızca çıktı kalitesini değil, aynı zamanda etik sorumluluk, şeffaflık ve açıklanabilirlik boyutlarını da güçlendiren temel bir bileşen olarak ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Yapay zekâ, istem mühendisliği, büyük dil modelleri, istem stratejileri

THE ROLE OF PROMPT ENGINEERING IN THE PRODUCTION QUALITY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT PROMPTING STRATEGIES

ABSTRACT

The rapid advancement of artificial intelligence (AI) technologies in recent years has transformed human-machine interaction and brought the concept of prompt engineering to the forefront as a new field of expertise that directly influences the output quality of large language models (LLM). Prompt engineering is a strategic process that aims to design the inputs given to an AI model in the most appropriate linguistic, semantic, and structural form, enabling the

model to generate goal-oriented, coherent, and contextually accurate responses. This study examines, both theoretically and practically, the effects of different prompting methods on AI-based text generation performance. Within the scope of the research, four main strategies zero-shot prompting, few-shot prompting, chain-of-thought prompting, and role-based prompting were comparatively evaluated. The findings indicate that not only the formal structure of the command but also the contextual, tonal, and guiding elements embedded in the prompt play a decisive role in determining the quality of the model's output. In particular, pre-informing and role-based prompting strategies were observed to enhance the model's analytical reasoning capacity, ethical awareness, and linguistic integrity. These results reveal that prompt engineering is not merely a technical process but rather a multilayered approach that integrates cognitive guidance, communication design, and meaning construction. The study emphasizes that human-centered prompting strategies should be regarded as a fundamental component of future AI applications, strengthening not only the quality of generated outputs but also the dimensions of ethical responsibility, transparency, and explainability.

Keywords: Artificial intelligence, prompt engineering, large language models, prompting strategies

1. GİRİŞ

Son yıllarda yapay zekâ alanında yaşanan hızlı gelişmeler, insan-makine etkileşimini köklü biçimde dönüştürmüş ve bilgi üretim süreçlerinde yeni paradigmaların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Özellikle büyük dil modelleri (Large Language Models - LLM), doğal dil işleme ve metin üretimi alanlarında devrim niteliğinde yenilikler sunarak, bilişsel görevlerin otomasyonunda insan benzeri çıktılar üretebilir hâle gelmiştir (Viswanathan 2025). Bu gelişmeler yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda bilişsel ve etik bir dönüşümün de kapılarını aralamaktadır. Bu bağlamda, modellerin ürettikleri çıktının kalitesini, anlam bütünlüğünü ve bağlamsal doğruluğunu belirleyen temel unsur olarak istem mühendisliği (prompt engineering) kavramı giderek önem kazanmaktadır.

İstem mühendisliği, yapay zekâ modellerine verilen metin tabanlı komutların dilsel, anlamsal ve yapısal açıdan optimize edilmesini hedefleyen bir tasarım sürecidir. Başka bir ifadeyle, istem mühendisliği yalnızca modele “ne” yapılacağını söylemekle kalmaz, aynı zamanda modelin “nasıl” düşünmesi gerektiğini de belirler. Bu yönüyle istem tasarımı, insan bilişi ile algoritmik akıl yürütme arasında bir köprü işlevi görmektedir (Lo 2023). Araştırmalar, istemin biçimi,

bağlamı ve tonundaki küçük değişikliklerin bile model yanıtlarının doğruluğunu, tutarlılığını ve etik uygunluğunu önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermektedir (Seo vd. 2022).

Günümüzde istem mühendisliği, eğitim, yazılım geliştirme ve yaratıcı içerik üretimi gibi birçok alanda üretken yapay zekânın verimliliğini artırmak amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır (Beri ve Srivastava 2024). Ancak bu alanın bilimsel düzeyde sistematik biçimde incelenmesi oldukça yenidir. Bu nedenle, istem stratejilerinin yapay zekâ üretim kalitesi üzerindeki etkisini değerlendiren ampirik çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Bu çalışma, yapay zekâ modellerinde kullanılan farklı istemleme stratejilerinin üretim kalitesi üzerindeki etkilerini hem kuramsal hem de deneysel bir bakış açısıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada zero-shot (sıfır atış), few-shot (az örnekli), chain-of-thought (düşünce zinciri) ve role-based (rol temelli) istemleme yaklaşımları karşılaştırmalı biçimde ele alınarak, insan merkezli yönlendirmenin model performansına olan katkısı ortaya konulmaktadır. Böylelikle araştırma, yalnızca teknik bir sorgulama biçimi olarak değil, aynı zamanda bilişsel bir etkileşim modeli olarak istem mühendisliğinin derinliğini vurgulamayı hedeflemektedir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, istem mühendisliği stratejilerinin yapay zekâ temelli üretim süreçlerinde nasıl kurgulandığını ve uygulandığını açıklamaya yönelik olarak tasarlanmıştır. Araştırma, doğrudan ölçümsel veya istatistiksel bir değerlendirmeye değil, istem yapılarının nitel özelliklerinin incelenmesine dayalı kavramsal bir yaklaşım benimsemektedir. Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, farklı istemleme stratejilerinin modelin üretim kalitesi, bağlamsal doğruluk ve anlamsal bütünlük üzerindeki etkisini açıklamaktır.

Araştırmanın uygulama kısmı, GPT-5 tabanlı LLM üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu model, çok katmanlı bir transformatör mimarisi üzerine inşa edilmiştir ve geniş ölçekli metin veri kümeleri üzerinde önceden eğitilmiştir. Modelin seçilme nedeni, hem güncel doğal dil işleme görevlerinde yüksek bağlamsal farkındalık göstermesi hem de farklı istemleme biçimlerine duyarlı yanıtlar üretebilmesidir.

Çalışmada, aynı görev tanımını her bir strateji için ayrı ayrı uygulanarak istemleme biçiminden kaynaklanan farklılıkların açıkça gözlemlenmesi hedeflenmiştir. Araştırma süreci boyunca modelin temel parametreleri sabit tutulmuş, yalnızca istem yapısı ve yönlendirme biçimi değiştirilmiştir. Bu yöntem, istem mühendisliğinin model performansına etkisini yalın ve kavramsal bir biçimde değerlendirmeyi sağlamıştır.

Bu yönüyle çalışma, nitel bir inceleme özelliği taşımakta ve istem mühendisliğini teknik bir komut sisteminden ziyade, dilsel tasarım ve bilişsel yönlendirme süreci olarak ele almaktadır. Elde edilen bulgular, farklı istemleme stratejilerinin modelin üretim kalitesine, analitik düşünme kapasitesine ve bağlamsal tutarlılığına nasıl katkı sunduğunu açıklayıcı bir çerçevede ortaya koymaktadır.

2.1. İstem Mühendisliği

İstem mühendisliği, LLM çıktılarının yönlendirilmesi için geliştirilen bir metot olup, uygun istemlerin oluşturulması, dilsel doğruluğun korunması ve bağlamsal bütünlüğün sağlanması üzerine temellenmektedir (Han vd. 2024). Bu bağlamda, çalışmada dört temel istemleme yöntemi olan zero-shot (sıfır atış), few-shot (az örnekli), chain-of-thought (düşünce zinciri) ve role-based (rol temelli) prompting kavramsal olarak ele alınmıştır. Her stratejinin mantıksal yapısı, etkileşim biçimi ve üretim kalitesi üzerindeki potansiyel etkileri tartışılmıştır.

2.1.1. Sıfır Atış İstem

Sıfır atış istem (Zero-Shot Prompting), istem mühendisliğinde en temel ve doğrudan stratejilerden biridir. Bu yaklaşımda modele yalnızca tek bir görev tanımı verilmekte ve ek örnek, açıklama ya da bağlamsal yönlendirme yapılmamaktadır. Model, önceden eğitildiği dil verilerinden öğrendiği yapısal örüntülere ve istatistiksel ilişkilere dayanarak yanıt üretmektedir (Kojima vd. 2022). Bu yöntem, LLM’lerin kendi bilgi tabanlarını kullanarak yeni bir görevi dış yönlendirme olmaksızın yerine getirme kapasitesini ölçme açısından önemlidir.

Sıfır atış stratejisinde amaç, modelin yalnızca kendi öğrenme geçmişine ve içsel temsil gücüne dayanarak anlamlı, tutarlı ve akademik bir yanıt üretip üretmediğini gözlemlemektir. Bu nedenle yöntem, istem mühendisliği araştırmalarında genellikle başlangıç noktasını oluşturmaktadır. Ancak bağlam veya örnek bulunmadığından, modelin ürettiği yanıtlar genellikle yüzeysel bilgi düzeyinde kalmakta, analitik derinlik, neden–sonuç ilişkisi ve eleştirel bakış sınırlı düzeyde ortaya çıkmaktadır (Wan vd. 2023).

Bu araştırmada, sıfır atış istem stratejisi kapsamında modelden aşağıdaki görev tanımı doğrultusunda yanıt üretmesi istenmiştir:

İstem (Prompt):

“Yapay zekânın eğitimdeki rolünü akademik bir üslupla açıklayınız.”

Model, bu yönergeye herhangi bir ek bilgi veya örnek olmaksızın yanıt vermiş ve aşağıdaki metni üretmiştir:

Model Yanıtı (GPT-5):

“Yapay zekâ, eğitim alanında kişiselleştirilmiş öğrenme ortamlarının oluşturulmasına, öğrenci performansının izlenmesine ve öğretim materyallerinin otomatik uyarlanmasına olanak tanıyan yenilikçi bir teknolojidir. Öğrencilerin öğrenme hızlarına göre uyarlanabilen akıllı sistemler, öğretmenlerin değerlendirme süreçlerini kolaylaştırmakta ve bireysel öğrenme farklılıklarını azaltmaktadır. Bununla birlikte, yapay zekâ tabanlı uygulamaların etik, güvenlik ve veri gizliliği gibi konularda dikkatle ele alınması gerekmektedir.”

Bu örnek, modelin kavramsal olarak doğru ve dil açısından akıcı bir yanıt üretebildiğini göstermektedir. Ancak yanıtın genel düzeyde kaldığı, özgün yorum ve eleştirel değerlendirmeler içermediği gözlenmiştir. Dolayısıyla sıfır atış yöntemi, yapay zekânın bilgi çağrışımı ve dil üretimi kapasitesini göstermesi açısından etkili olsa da derinlemesine analiz veya bağlamsal çözümleme gerektiren akademik üretimlerde sınırlı kalmaktadır.

2.1.2. Az Örnekli İstem

Az örnekli istem (Few-Shot Prompting), LLM’lerde bağlamsal öğrenmeyi (in-context learning) etkinleştiren önemli bir stratejidir. Bu yaklaşımda modele yalnızca görev tanımı değil, aynı zamanda benzer biçimde çözülmüş birkaç örnek de sunulur (Brown vd. 2020). Böylece model, bu örneklerdeki kalıpları, üslubu ve yapısal örüntüleri analiz ederek, kendisinden beklenen çıktıyı bu örüntülere uygun biçimde üretir. Az örnekli istem yöntemi, modelin yönlendirilme kapasitesini artırmakta ve özellikle biçimsel tutarlılığın, terminolojik bütünlüğün ve bağlamın korunması gereken akademik üretimlerde öne çıkmaktadır.

Bu stratejide temel amaç, modelin yalnızca bilgiye değil, aynı zamanda sunulan örneklerin biçimsel yapısına da dayanarak üretim yapmasını sağlamaktır (Gao vd. 2020). Böylelikle, sıfır atış yöntemine göre daha yüksek bağlamsal doğruluk elde edilir. Ancak örneklerin niteliği ve sayısı, modelin performansını doğrudan etkileyen kritik bir faktör olmakla birlikte uygun biçimde yapılandırılmamış örnekler, modelin yanıtlarını yüzeysel veya tekrarlı hale getirebilir. Bu araştırmada az örnekli istem stratejisi kapsamında modelden, önceden belirlenmiş birkaç örnekten yola çıkarak aynı biçimde yeni bir tanım üretmesi istenmiştir. Kullanılan görev aşağıdaki biçimdedir:

İstem (Prompt):

“Aşağıdaki örneklerdeki tanım biçimini incele ve aynı yapıyı koruyarak ‘Yapay zekâ’ kavramını açıkla.

Bilim: Sistematik gözlem ve deney yoluyla bilgi üretme sürecidir.

Teknoloji: Bilimsel bilgiyi uygulamaya dönüştüren araç ve yöntemler bütünüdür.

Yenilik: Var olan bilgiyi farklı biçimlerde kullanarak yeni değerler üretme sürecidir.”

Bu örneklerin ardından modelden istenen yanıt aşağıdaki şekilde üretilmiştir:

Model Yanıtı (GPT-5):

“Yapay zekâ: İnsan benzeri düşünme, öğrenme ve karar verme süreçlerini bilgisayar sistemleri aracılığıyla gerçekleştirmeyi amaçlayan disiplinler arası bir araştırma alanıdır.”

Elde edilen sonuç, modelin biçimsel yapıyı koruyarak içeriksel olarak anlamlı ve akademik nitelikli bir tanım oluşturduğunu göstermektedir. Az örnekli istem stratejisi, bu yönüyle modelin dilsel düzeni ve kavramsal tutarlılığı daha yüksek düzeyde koruduğunu ortaya koymaktadır. Sıfır atış istem yaklaşımına göre daha net bir ifade yapısı, tanıma uygun biçimsel paralellik ve akademik ton gözlemlenmiştir.

Az örnekli istem yöntemi, örneklerin dikkatli seçilmediği durumlarda modele aşırı yönlendirme yaparak özgünlükten uzaklaşmasına neden olabilir. Bu nedenle, biçimsel ve tanımsal üretimlerde etkili olsa da yaratıcı ya da eleştirel düşünce gerektiren görevlerde sınırlı kalabilmektedir (Dang vd. 2022).

2.1.3. Düşünce Zinciri İstemi

Düşünce zinciri istemi (Chain-of-Thought Prompting), LLM’lerde akıl yürütme becerilerini etkinleştirmeyi amaçlayan bir stratejidir. Bu yaklaşım, modelin yalnızca sonuç odaklı değil, adım adım gerekçelendirerek düşünmesini teşvik eder (Wei vd. 2022). Geleneksel istemleme yöntemlerinden farklı olarak, düşünce zinciri yaklaşımında modelden nihai yanıt üretmeden önce mantıksal düşünce sürecini yapılandırması beklenir. Böylelikle karmaşık görevlerde daha sistematik, tutarlı ve analitik sonuçlar elde edilmesi hedeflenir.

Bu yöntemin temel varsayımı, yapay zekânın içsel karar süreçlerini dışsallaştırarak açıklanabilirliğini artırmasıdır. Modelin “nasıl düşündüğünü” ve “sonuca nasıl ulaştığını” metin biçiminde ifade etmesi hem çıktıların güvenilirliğini hem de insan tarafından denetlenebilirliğini güçlendirmektedir (Yeo vd. 2024). Düşünce zinciri istemi, özellikle problem çözme, matematiksel akıl yürütme, mantıksal çıkarım ve çok aşamalı analiz gerektiren görevlerde yüksek performans göstermektedir.

Bu çalışmada düşünce zinciri stratejisi kapsamında modelden, düşünme sürecini adım adım yapılandırarak gerekçeli bir açıklama üretmesi istenmiştir. Uygulamada aşağıdaki istem kullanılmıştır:

İstem (Prompt):

“Yapay zekâ, eğitimde öğrencilerin bireysel öğrenme süreçlerini nasıl destekler? Adım adım düşün ve yalnızca ‘Sorun Tanımı’, ‘Yaklaşım’ ve ‘Sonuç’ başlıkları altında açıklama yap.”

Modelin ürettiği yanıt aşağıdaki biçimdedir:

Model Yanıtı (GPT-5):

Sorun Tanımı: Öğrenciler farklı öğrenme hızlarına, ilgi alanlarına ve bilişsel stillere sahiptir. Bu durum, öğretim sürecinde bireysel ihtiyaçlara yeterince yanıt verilmesini güçleştirmektedir.

Yaklaşım: Yapay zekâ destekli öğrenme sistemleri, öğrenci verilerini analiz ederek kişiselleştirilmiş içerik ve etkinlik önerileri sunabilir. Uyarlanabilir değerlendirme mekanizmaları, öğrencinin ilerlemesini sürekli olarak takip eder.

Sonuç: Yapay zekâ tabanlı sistemler, bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimlerini güçlendirerek eğitimde fırsat eşitliğini desteklemekte ve öğretmenlerin rehberlik rolünü pekiştirmektedir.

Elde edilen çıktılar, modelin talimatları takip edebilme, bilgiyi yapılandırma ve mantıksal tutarlılığı koruma konusunda başarılı olduğunu göstermektedir. Ayrıca modelin yalnızca genel bir tanım üretmekle kalmayıp, neden–sonuç ilişkisi kurduğu ve düşünce sürecini sistematik biçimde aktardığı gözlenmiştir.

Düşünce zinciri stratejisinin en önemli avantajı, yapay zekânın içsel akıl yürütme sürecini metinsel biçimde görünür kılmasıdır. Bu durum, modelin “kara kutu” niteliğini azaltarak üretim sürecinin anlaşılabilirliğini artırmaktadır (Miao vd. 2024). Bununla birlikte, modelin düşünce zinciri oluştururken zaman zaman gereksiz ayrıntılara yer verebildiği ve yanıt süresinin uzadığı da literatürde belirtilen sınırlılıklar arasındadır (Zhuang vd. 2025).

2.1.4. Rol Temelli İstem

Rol temelli istem (Role-Based Prompting), yapay zekâ modellerine belirli bir kimlik, uzmanlık veya sosyal rol atayarak yanıt üretim sürecini yönlendiren gelişmiş bir istem mühendisliği stratejisidir (Kong vd. 2024). Bu yöntemde model, “bir öğretmen”, “bir araştırmacı” ya da “bir etik kurul üyesi” gibi belirlenmiş bir rol üzerinden düşünür ve dilini bu role uygun biçimde yapılandırır (Chen vd. 2024). Böylece modelin söylem biçimi, bilgi seçimi ve argümantasyon yapısı belirli bir uzmanlık alanının epistemolojik sınırları içinde şekillenir.

Rol temelli istem stratejisi, özellikle akademik, hukuksal ve etik gibi hassas alanlarda, rol temelli istemler sayesinde çıktılar daha bağlamsal tutarlılık göstererek, terminolojik doğruluk ve dil üslubunda istikrar sağlanmış olur. Yapılan deneysel çalışmalar, bu stratejinin içerik üretiminde açıklık, derinlik, profesyonellik ve alaka düzeyi gibi nitelikleri anlamlı biçimde geliştirdiğini ortaya koymuştur (Louatouate ve Zeriouh 2025).

Bu çalışmada rol temelli istem stratejisinin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla modele belirli bir uzman rolü atanmış ve bu bağlamda akademik bir değerlendirme yapması istenmiştir.

Kullanılan görev aşağıdaki biçimdedir:

İstem (Prompt):

“Sen bir etik kurul üyesisin. Yapay zekâ destekli işe alım sistemlerinde ortaya çıkabilecek olası etik riskleri değerlendir. Görüşlerini akademik bir üslupla ve eleştirel bakış açısıyla üç paragrafta yaz.”

Modelin ürettiği yanıt aşağıdaki şekilde olmuştur:

Model Yanıtı (GPT-5):

“Yapay zekâ destekli işe alım sistemleri, nesnellik ve verimlilik sağlama potansiyeline sahip olmakla birlikte, eğitim verilerinde yer alan önyargıların model kararlarına yansımaları durumunda ciddi etik sorunlar doğurabilir. Özellikle cinsiyet, yaş veya etnik köken temelli ayrımcılık, algoritmik adaletin sağlanmadığı koşullarda kaçınılmaz hâle gelmektedir.

Etik açıdan en önemli sorunlardan biri, karar süreçlerinin şeffaf olmamasıdır. Modelin hangi kriterleri öncelikli olarak değerlendirdiği, adaylar için açıklanabilir olmadığı sürece hesap verebilirlik zayıflamaktadır. Bu noktada etik kurulların denetim rolü kritik önem taşımaktadır. Sonuç olarak, yapay zekâ destekli işe alım süreçleri, insan kaynakları kararlarını destekleyen araçlar olarak kullanılmalı; nihai karar mekanizması insan denetiminde kalmalıdır. Aksi hâlde teknolojik verimlilik arayışı, etik sorumluluk ilkeleriyle çelişebilir.”

Bu çıktı, modelin rol temelli yönlendirmeye uygun biçimde hem üslup hem de içerik açısından tutarlı bir metin ürettiğini göstermektedir. Model, etik kurul perspektifini benimseyerek yalnızca betimsel bilgi değil, normatif ve eleştirel bir değerlendirme de sunmuştur. Bu durum, rol temelli istemin yalnızca bilgi aktarımını değil, aynı zamanda bir duruş ve bakış açısı geliştirmeyi de mümkün kıldığını ortaya koymaktadır.

Rol temelli strateji, yapay zekânın belirli bir uzmanlık bağlamına uygun dilsel ton ve düşünsel derinlik üretmesini kolaylaştırır. Bu yönüyle, akademik yazım, politika analizi, etik değerlendirme veya liderlik araştırmaları gibi alanlarda yüksek tutarlılık ve bağlam bilinci sağlamaktadır. Ancak yöntemin etkinliği, atanan rolün açık biçimde tanımlanmasına ve modelin bu rolü içselleştirecek netlikte bir istemin hazırlanmasına bağlıdır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, yapay zekâ tabanlı LLM’lerde kullanılan dört temel istemleme stratejisi olan sıfır atış, az örnekli, düşünce zinciri ve rol temelli istemleme kavramsal olarak incelenmiş ve bunların üretim kalitesi üzerindeki etkileri bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Bulgular, istem biçiminin modelin üretim sürecinde yalnızca bir komut değil, aynı zamanda bilişsel bir yönlendirici işlevi üstlendiğini ortaya koymaktadır.

Sıfır atış yöntemi, modelin herhangi bir ön bilgi ya da örnek olmadan yalnızca görev tanımına dayanarak yanıt üretmesini sağlamıştır. Bu stratejide modelin geniş bilgi tabanına dayalı olarak anlamlı ve dil açısından akıcı çıktılar oluşturabildiği, ancak bu çıktılarda bağlamsal derinlik ve analitik bütünlüğün sınırlı kaldığı gözlenmiştir. Dolayısıyla sıfır atış yöntemi, hızlı prototipleme ve genel tanımlama gerektiren görevlerde etkili olsa da eleştirel düşünme ve karmaşık analiz gerektiren akademik metinlerde yetersiz kalmaktadır.

Az örnekli istemleme stratejisinde modele, görev öncesinde benzer yapıda birkaç örnek sunulmuştur. Bu yaklaşım, modelin dilsel örüntüleri öğrenmesini ve biçimsel tutarlılığı korumasını sağlamış ve sonuçta daha yapılandırılmış ve akademik üsluba uygun metinler üretilmiştir. Ancak örnek sayısının artmasıyla birlikte modelin özgünlük düzeyinde kısmi bir düşüş gözlenmiştir. Bu bulgu, az örnekli istemleme yönteminin biçimsel doğruluğu artırsa da yaratıcı düşünme ve özgün üretim açısından bazı kısıtlar içerdiğini göstermektedir.

Düşünce zinciri yöntemi, modelin adım adım gerekçelendirerek düşünmesini teşvik eden bir strateji olarak öne çıkmıştır. Bu yöntemde model, verilen problemi alt başlıklara ayırarak çözüm sürecini açık biçimde metne yansıtmış ve neden-sonuç ilişkilerini mantıksal bir düzende ifade etmiştir. Ortaya çıkan metinlerde analitik derinlik, açıklanabilirlik ve mantıksal akışın belirgin biçimde geliştiği görülmüştür. Bununla birlikte, düşünce zinciri yaklaşımının bazı durumlarda gereksiz ayrıntılara yer vererek metin uzunluğunu artırdığı tespit edilmiştir.

Rol temelli istemleme stratejisi ise modelin en yüksek bağlamsal doğruluk ve dilsel bütünlük düzeyine ulaştığı yöntem olmuştur. Modele belirli bir kimlik veya uzman rolü atandığında, modelin yalnızca bilgi üretmekle kalmayıp aynı zamanda eleştirel bir bakış açısı geliştirdiği görülmüştür. Özellikle “etik kurul üyesi” rolüyle yapılan uygulamada, modelin etik değerlere, şeffaflık ilkesine ve sorumluluk bilincine vurgu yaptığı gözlenmiştir. Bu durum, rol temelli stratejinin yalnızca bilgi aktarımı değil, aynı zamanda konumsal farkındalık ve disiplinler tutarlılık kazandırdığını göstermektedir.

Elde edilen bulgular, dört stratejinin de modelin üretim kalitesini farklı yönlerden etkilediğini ortaya koymaktadır. Sıfır atış yöntemi hız ve doğrudanlık, az örnekli strateji biçimsel bütünlük, düşünce zinciri yaklaşımı analitik açıklık, rol temelli istemleme ise bağlamsal derinlik ve etik farkındalık açısından üstünlük sağlamıştır. Genel değerlendirme sonucunda, insan merkezli ve bağlam odaklı istem stratejilerinin özellikle ön bilgilendirme ve rol temelli yaklaşımların yapay zekâ modellerinin yalnızca dilsel doğruluğunu değil, aynı zamanda anlam bütünlüğünü ve etik duyarlılığını da güçlendirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu bulgular, istem mühendisliğinin salt teknik bir yönlendirme süreci olmadığını, aksine insan bilişiyle algoritmik zekâ arasında anlamlı bir etkileşim alanı oluşturduğunu göstermektedir. İstem biçiminin doğru kurgulanması, yapay zekâ üretiminde hem metinsel kalitenin hem de etik sorumluluğun temel belirleyicisi hâline gelmiştir. Böylece çalışma, istem mühendisliğinin gelecekteki yapay zekâ uygulamalarında yalnızca bir araç değil, üretim süreçlerinin bilişsel omurgasını oluşturan stratejik bir bileşen olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışma, istem mühendisliği stratejilerinin yapay zekâ tabanlı üretim süreçlerinde nasıl bir rol üstlendiğini kavramsal ve uygulamalı açıdan incelemiştir. Elde edilen bulgular, LLM’lerde üretilen çıktının kalitesinin yalnızca model mimarisi veya eğitim verisiyle değil, aynı zamanda istemin tasarım biçimiyle de doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. İstem, yapay zekâ için yalnızca bir komut değil, aynı zamanda bir yönlendirme ve anlam inşası aracıdır. Bu yönüyle istem mühendisliği, insanın bilişsel sürecini modele yansıtan, dilsel ve semantik bir köprü işlevi görmektedir.

Araştırmanın sonuçları, dört farklı stratejinin üretim kalitesi üzerinde farklı etkiler yarattığını göstermektedir. Sıfır atış yaklaşımı, modelin genel bilgi kapasitesini ölçmede pratik bir yöntem olmakla birlikte, derinlik ve eleştirel tutarlılık açısından sınırlıdır. Az örnekli istemleme stratejisi, modelin biçimsel tutarlılığını güçlendirmekte ancak özgünlük düzeyini kısmen azaltmaktadır. Düşünce zinciri yöntemi, analitik düşünmeyi ve açıklanabilirliği artırmakta, fakat zaman zaman metinsel fazlalığa yol açmaktadır. Rol temelli istemleme ise modelin bağlamsal bütünlüğünü, etik farkındalığını ve uzmanlık üslubunu en yüksek düzeyde geliştiren strateji olarak öne çıkmıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, istem mühendisliği yalnızca teknik bir uygulama alanı değil, aynı zamanda insan merkezli bir bilişsel tasarım sürecidir. Etkili bir istem, modelin yanıt üretim biçimini, anlam derinliğini ve dilsel tutarlılığını doğrudan belirlemektedir. Bu nedenle gelecekteki araştırmalarda, istem stratejilerinin bilişsel psikoloji, dilbilim ve etik yapay zekâ yaklaşımlarıyla bütünleştirilmesi önerilmektedir.

Uygulama boyutunda ise, eğitim, kamu yönetimi, sağlık ve iletişim gibi insan odaklı sektörlerde yapay zekâ sistemlerinin güvenilirliğini artırmak için rol temelli ve bağlam zenginleştirilmiş istemlerin kullanılması önem taşımaktadır. Özellikle karar destek, metin analizi ve politika üretimi gibi alanlarda, doğru tasarlanmış istemlerin yalnızca bilgi doğruluğunu değil, etik hesap verebilirliği de güçlendireceği öngörülmektedir.

İnsan ve makine arasındaki etkileşimi yeniden tanımlayan istem mühendisliği, yalnızca üretim kalitesini değil, teknolojinin etik ve toplumsal boyutlarını da dönüştürme potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda, yapay zekânın güvenilir, açıklanabilir ve insan merkezli bir biçimde yönlendirilmesi için istem mühendisliği yaklaşımlarının akademik ve uygulamalı düzeyde daha geniş kapsamda incelenmesi büyük anlam ifade etmektedir.

KAYNAKÇA

- Beri G, Srivastava V. (2024). Advanced techniques in prompt engineering for large language models: a comprehensive study. In *2024 IEEE 4th International Conference on ICT in Business Industry & Government (ICTBIG)* (pp. 1–4). IEEE.
- Brown T, Mann B, Ryder N, Subbiah M, Kaplan JD, Dhariwal P, ... Amodi D. (2020). Language models are few-shot learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 1877–1901.
- Chen S, Taveekitworachai P, Xia Y, Li X, Gursesli MC, Lanata A, ... Thawonmas R. (2024). Don't do that! reverse role prompting helps large language models stay in personality traits. In *International Conference on Interactive Digital Storytelling* (pp. 101–114). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Dang H, Mecke L, Lehmann F, Goller S, Buschek D. (2022). How to prompt? opportunities and challenges of zero- and few-shot learning for human–AI interaction in creative applications of generative models. *arXiv preprint arXiv:2209.01390*.
- Gao T, Fisch A, Chen D. (2020). Making pre-trained language models better few-shot learners. *arXiv preprint arXiv:2012.15723*.
- Han W, Wei X, Cui X, Cheng N, Jiang G, Qian W, Zhang C. (2024). Prompt engineering 101: prompt engineering guidelines from a linguistic perspective. In *China National Conference on Chinese Computational Linguistics* (pp. 571–592). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Kojima T, Gu SS, Reid M, Matsuo Y, Iwasawa Y. (2022). Large language models are zero-shot reasoners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 35, 22199–22213.
- Kong A, Zhao S, Chen H, Li Q, Qin Y, Sun R, ... Sun H. (2024). Self-prompt tuning: enable autonomous role-playing in LLMs. *arXiv preprint arXiv:2407.08995*.
- Lo LS. (2023). The art and science of prompt engineering: a new literacy in the information age. *Internet Reference Services Quarterly*, 27(4), 203–210.
- Louatouate H, Zeriuoh M. (2025). Role-based prompting technique in generative AI-assisted learning: a student-centered quasi-experimental study. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 7(2), 130–145.
- Miao J, Thongprayoon C, Suppadungsuk S, Krisanapan P, Radhakrishnan Y, Cheungpasitporn W. (2024). Chain of thought utilization in large language models and application in nephrology. *Medicina*, 60(1), 148.
- Seo J, Moon H, Lee C, Eo S, Park C, Kim J, ... Lim H. (2022). Plain template insertion: korean-prompt-based engineering for few-shot learners. *IEEE Access*, 10, 107587–107597.
- Viswanathan PS. (2025). Prompt engineering for conversational AI systems: a systematic review of techniques and applications. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 11(1), 733–741.
- Wan X, Sun R, Dai H, Arik SO, Pfister T. (2023). Better zero-shot reasoning with self-adaptive prompting. *arXiv preprint arXiv:2305.14106*.
- Wei J, Wang X, Schuurmans D, Bosma M, Xia F, Chi E, ... Zhou D. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 35, 24824–24837.
- Yeo WJ, Satapathy R, Goh RSM, Cambria E. (2024). How interpretable are reasoning explanations from prompting large language models?. *arXiv preprint arXiv:2402.11863*.
- Zhuang R, Wang B, Sun S. (2025). Accelerating chain-of-thought reasoning: when goal-gradient importance meets dynamic skipping. *arXiv preprint arXiv:2505.08392*.

KUDÜS VALİSİ ARTUK BEY**Ayten BAŞABAŞ DİRİER**

Uzm.Araştırmacı Yazar, Şair, 37150 İzmir

ORCID ID: 0000-0003-0673-4366**Prof. Dr. Cemil İNAN**

Mardin Artuklu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimlere Fakültesi 47100 Artuklu Mardin

ORCID ID: 0000 0002 605X 3461**ÖZET**

Artuk Bey, hakkı olan Beyliği kurmasını engelleyen Sultan Melikşah ve Süleyman Şah'tan öc almak için fırsat kolluyordu. Maiyetine girdiği Tutuş'u Halep için sürüklediği 1085-Âyn Seylem Savaşı'nda, Süleyman Şah'tan öcünü aldı. Kudüs'e Vali atanırken, üzerlerine gelen Sultan Melikşah'a karşı saldırıya geçilmesini istediye de, Tutuş onaylamadı. Melikşah 1087'de Bağdat'a gidince, Artuk Bey de gitti. Kudüs Kıyame Kilisesi tavanına astığı ok ve yayla, Haçlı Seferleri'ni tetikledi. Büyük Selçuklu Devleti; Hasan Sabbah, Karahanlı-Selçuklu-Fars çekişmesinin ortasındayken; Anadolu sultansız kaldı. 1081'de Bizans esaretinden kurtulan Çaka Bey, İzmir'de Beylik kurarak, Peçenekler ve A.Selçukluları ile ittifak kurup, Bizans'ı Türk kısıracına aldı. 1081'de Bizans tahtını ele geçiren Aleksios Komnenos, Lâtinler ve Türklere karşı entrikalar çevirirken, Papa'dan yardım istedi. Papa Haçlı Seferlerini düzenledi. 1091'de Artuk Bey, 1092'de Melikşah ölünce Selçuklu Devletleri karıştı. Hristiyanları kışkırtıran Fatımiler, Tutuş'un oğullarının çekişmesinden yararlanıp, Artuk Bey'in oğullarının yönettiği Kudüs'ü aldı. 1096'da başlayan I.Haçlı Seferi 1099'da Kudüs'te katliamla sonuçlandı. Artuklular yerleştikleri Mardin'i Kudüs'e benzeterek 1409'a kadar etkili oldu.

Anahtar kelimeler: Artuk Bey, Kudüs, A.Komnenos, Haçlı Seferleri**THE GOVERNOR OF JERUSALEM ARTUQ BEY****ABSTRACT**

Artuk Bey was looking for an opportunity to take revenge on Sultan Melikşah and Süleyman Şah, who prevented him from establishing his rightful Principality. He took his revenge from Süleyman Shah in the Battle of Seylem in 1085-Sin he dragged Tutuş, which he enrolled, for Aleppo. While he was appointed as the governor of Jerusalem, Tutuş did not approve, although he wanted to start an attack against Sultan Melikşah who came over them. When Melikşah went to Baghdad in 1087, Artuk Bey also went. The bow and arrow hung on the ceiling of the Jerusalem Judgment Church triggered the Crusades. Grand Seljuk State; When Hasan Sabbah was in the middle of the Karahanlı-Seljuk-Persian conflict; Anatolia was left without a sultan. Çaka Bey, who escaped from Byzantine captivity in 1081, established a Principality in Izmir, formed an alliance with the Pechenegs and A. Seljuks, and took Byzantium under the Turkish

grip. Seizing the Byzantine throne in 1081, Alexios Komnenos asked the Pope for help while plotting against the Latin and the Turks. The Pope organized the Crusades. When Artuk Bey died in 1091 and Melikşah in 1092, the Seljuk States got mixed up. Fatimids, who provoked the Christians, took advantage of the conflict of Tutuş's sons and took Jerusalem ruled by the sons of Artuk Bey. The First Crusade, which started in 1096, ended with a massacre in Jerusalem in 1099. Artuqids were effective until 1409 by likening Mardin to Jerusalem.

Keywords: Artuk Bey, Jerusalem, A. Komnenos, The Crusades

GİRİŞ

Selçukluların Döğer boyundan zeki, kudretli, kahraman, daima muzaffer komutanı Artuk Bey 1086 yılında Kudüs Valisi olduğu sırada, (İbnü'l Adîm. 2014, s.61) Orta Doğu tam bir kargaşa içindeydi. Alparslan'ın torunları olan çocukları (Abdüsselam E. 2007,s.41) saltanat iddiasında bulunmasın diye, sürekli uc bölgelere gönderilen Artuk Bey, hakkı olan Beyliği kurmasını engelleyen Sultan Melikşah ve Kutalmışoğlu Süleyman Şah'tan öc almak için fırsat kolluyordu. Maiyetine girdiği Sultan Tutuş'u Halep için sürüklediği 1085-Âyn Seylem Savaşı'nda Süleyman Şah'ın ölmesine yol açarak (Mateos, s.168) öcünü aldı, ama ölen Türkmen askerlerinin yası ruhunu bürüyünce huzuru kaçtı. O üzüntülü ruh haliyle Kudüs'e Vali olduğunda bir süre içine kapandı, hiçbir sefere katılmadı. (Artuk. 1988, s. 35)

Tabileri arasında çıkan anlaşmazlıklara kızarak bölgeye bir sefer düzenleyip Halep yakınlarına gelen Sultan Melikşah'ın kuvvetlerine karşı saldırıya geçilmesini istediye de, Tutuş bunu kabul etmeyerek Şam/Dımaşk'a çekildi. Artuk Bey, Musul Emiri Müslim'in Melikşah'a karşı oluşturmaya çalıştığı ve içinde Tutuş ve Mısır Fatimileri'nin de yer aldığı bir ittifaka girdiyse de bu ittifak gerçekleşmedi.

Melikşah, Abbasi Halifesinin nadir bir komutan olarak vasıflandırdığı Artuk Bey'in gönlünü kazanmak için 1087 yılında Bağdat'a gittiğinde onu da davet etti. Dönüşte Selçuklu Melikleri ve Beylikler arasındaki sürtüşmelerden uzak durmaya çalışan Artuk Bey, işlerini yürüttüğü Davut kulesinde, kendini Hz.Davut ile özdeşleştirip, kendisine nasip olmayan Beyliğin temellerini, Güney Anadolu'ya yönlendirdiği çocukları ile atmaya başladı. Birer bahadır olan çocukları Anadolu-Kudüs-Bağdat arasında mekik dokurken, Kiyame Kilisesi tavanına astığı egemenlik sembolleriyle farkında olmadan, salt Türk Tarihini değil, Dünya Tarihini de dönüştürecek Haçlı Seferleri'ni tetikledi.

O sırada Büyük Selçuklu Devleti görkemli görüntüsüne rağmen; Şîi Büveyhiler (Deylemliler)'in sinsi vurucu gücü haline gelen Hasan Sabbah ve Haşâşinlerinin, Karahanlı-Selçuklu, Fars-Selçuklu çekişmesinin ortamı halindeydi.

Türk Birliği'ni sağlamak için uğraşan Anadolu Selçukluları Süleyman Şah'ın ölümüyle, Melikşah çocuklarını İsfahan'a götürdüğünden, vezir yönetiminde sultansız kalınca; diğer Beylikler toraklarını genişletmeye başladı. 1081'de Bizans'taki esaretten kurtulan Çavuldur boyundan Çaka Bey, İzmir'de kurduğu İlk Türk Derya Beyliği'ni sırayla ele geçirdiği adalarla genişleterek, Peçenekler ve Anadolu Selçukluları ile kurduğu ittifakla Bizans'ı Üçlü Türk kışkacına alma plânını hazırladı. (Dirier². 2021, s.43-53)

Bu gelişmeler üzerine 1081'de bir darbe ile Bizans tahtını ele geçiren Komutan Aleksios Komnenos, batıda Lâtinler, doğuda Türklere karşı imparatorluğunu korumak için ünlü Bizans tezgahlarını kurup, sonunda halkının nefret ettiği Papa'dan yardım isteyerek Haçlı Seferlerinin düzenlenmesine yol açtı. (Dirier² . s. 68-74)

Avrupa sosyal açlık, ekonomik, siyasî nedenlerle en karanlık dönemini yaşarken, bu çağrışı fırsat bilip, Haçlı Seferlerini düzenledi. Fanatik din adamları Piyer Lermit başkanlığında Kutsal Toprakları ele geçirmek için propagandayı çoktan yapıyordu.

1063 yılından beri Selçukluların hizmetinde bulunan, imparatorluk haline gelmesinde büyük rol oynayan Artuk Bey sağlığında çok istediği beyliği kuramadı. 1086'dan beri Valilik yaptığı iktası Kudüs'te 1091 yılında vefat etti. Mezarı Süleyman mabedine giden yol üzerinde gömüldü. Ardından B.Selçuklu Veziri Nizam'ül Mülk Haşşaşinler tarafından öldürüldüğünde, 6 ay sonra Sultan Melikşah da zehirlenerek öldüğünde Selçuklu toprakları kaosa sürüklendi.

Fatımiler, Hristiyanları Türklere saldırmaya teşvik ederken, Tutuş'un oğulları Dukak ve Rıdvan arasında şiddetlenen iç savaşı fırsat bilerek kolaylıkla Kudüs başta olmak üzere doğu şehirlerini aldı. Artuk Bey'in oğulları Sökmen ve İlgazi kuvvetleriyle Antakya için Haçlılarla yapılan sonuçsuz savaştan yorgun döndüklerinde, Fatımiler Kudüs'ü kuşattı. Kırk günlük direnişten sonra, kutsal şehir yağmalanmasın diye Kudüs'ü teslim ettiler.

O ortamda 1095 yılında başlayan Haçlı Seferleri karşısında, Selçuklularda yeni başa geçen Melikler, Komutanlar ölümüne mücadele verdi. 500.000 kişilik Haçlı Ordusu yolda eriye eriye 50.000 kişi halinde Fatımilerin elindeki Kudüs'e girdiğinde gerçek katliam yaşandı. Artuk Bey yaşasa, oğulları orada olsa Haçlılar Kudüs'e giremezdi. Haçlı Seferleri'nin müsebbibi Aleksios Komnenos bütün Adalar ve Batı Anadolu'yu ele geçirip, topraklarını genişletirken; Hasankeyf-Mardin-Halep-Harput arasında Artuklu Beyliği'ni kuran Artuk Beyin oğulları haçlıları ilk kez yenmeyi başararak, babalarının ününü pekiştirdi. Bölgelerinde bir Tampon Devlet halinde 1409 yılına kadar varlığını sürdürdü.

I-ORTA DOĞU'NUN DURUMU

XI. asırda İslâm devlet ve toplumu iyice zayıflamıştı. İran'dan Mısır'a kadar olan topraklar Şîi komutan ve beylerin yönetiminde olup, Dünya ile olan ticaret duraklamış, yarı feodal ekonomi gelişmişti. Önceki 8-9-10. asırlardaki entelektüel kültürel yayılmanın kentlerde yarattığı İslâm Rönesansı duraklamıştı. XI. asır sonunda iç ve dış düşmanlar hemen aynı anda saldırıya geçince; batı ve kuzeyde (Avasım) toprak yitirilmiş, Gürcüler güçlenmişti. Müslümanlar o ortamda doğudan gelen Altay halklarıyla tanıştılar. VIII. asırdan beri Türk çocukları Memlûk(sahipli) olarak ordu ve yönetimde görev aldıklarından onları yakından tanıyor, hasletlerine güveniyorlardı. (Lewis,1996, s.68-69) Bu nedenle Selçuklu fetihleri yeni bir düzen kurdu, Ortadoğu tek bir otorite altında birleşti. Abbasi Halifesi'nin gücü geniş alana yayılırken, Sultanlar en üstün gücü simgeliyordu.

Melikşah döneminde Güney Batı Asya ile Anadolu'dan oluşan Birleşik İmparatorluğa hükmettiler. Yirmi yıllık bu süreçte B.Selçuklu İmparatorluğu siyaset, teşkilât ve kültür'de en görkemli dönemi yaşadı. Melikşah'ın 1092'de ölümünden sonra Selçuklu Melikleri ve Beyler arasında bitmeyen çekişmeler başladı, fetihler durdu. (Mirhand. 2015, 152-166) Selçuklu Melikleri XI.asrın sonunda batıdan gelen Haçlı selini durduramadı, ancak komutanlar birleşince Haçlıları yendiler.(Lewis,1996,s.71-72) Güney Doğu Anadolu'da Artuklu Beyliği'ni kuran Artuk Bey'in çocukları ve Suriye'ye hâkim olan Zengiler, Haçlıları o topraklardan kovabildiler.

II-SURİYE-FİLİSTİN'İN DURUMU

II.1-Orta Doğu'da Türkler

VIII. asırda İslâmiyeti benimseyen Türkler, Orta Doğu'ya akın akın gelince, memlûk (sahipli) olarak ordu ve devlet yönetiminde görev aldılar. Mısır'da güçlenerek iki bağımsız devlet kurdular. IX. asırda Tolunoğulları Devleti (868-905) Mısır-Kuzey Suriye arasında hüküm sürmüştür. X. asırda Mısır'da Devlet kuran İhşidler (935 ve 969) Dımaşk (Şam)'a kadar sınırlarını genişlettiler. İki devlet de Kudüs'e egemen oldular. Fatımiler güçlenince Kudüs Sünnî ve Şiiler arasında el değiştirmeye başladı.

II.2-Filistin Türkmen Beyliği

XI. asırda Selçuklu akınları başlayınca, Türkmen komutanların hedefinde hep kutsal şehir Kudüs vardı. İsyan eden, kaçan hep Suriye-Filistin'e sığınır. Elbasan(Melik Kurtçu), Kutalmışoğulları yüzünden eniştesi Alp Arslan'a isyan edip, Bizans'a sığınınca yanındaki Beylerden Atsız ve kardeşleri(Çavlı) ile Kurlu, Şökli emirlerindeki Üç-dört bin çadırılı Türkmenlerle Fatimî hâkimiyetindeki Filistin'e gittiler.(1070) Kurlu Bey Balkâ, Numan,

Remle yörelerini fethederek Türkmen Beyliğini kurdu. Toprakları işleyip, zeytin üretimini rekor seviyeye ulaştırdı. Araplar arasındaki çekişmelerden yararlanarak topraklarını genişletti. Kurlu Bey ölünce yerine Atsız geçti.

Atsız, Türk asıllı Fatımî Valisinin yönettiği Kudüs'ü anlaşılarak kan dökmeden, 1071 sonlarında fethederek merkez yaptı. Atsız kuzey, Şöklı batı kıyılarını fethederken araları açıldı. 1075 yılındaki savaşta Atsız, Şöklı'yi yendi. Şöklı Güney Doğu Anadolu'da fetihler yapan Kutalmışoğulları ile anlaşarak, Fatımilere bağlılık bildirildi. 1075 Taberiye Savaşı'nda Atsız onları yenerek, Şöklı'yi öldürüp, Beyleri tutsak aldı. O yıl Şam'da çıkan vebadan bir kedinin değeri eve eşitti. (A.Farac,1999,s.327, Dirier¹.1983, s. 101) Anadolu'da fetihlerde bulunan Süleyman Şah Humus'a gelip kardeşlerini istedi. Atsız, isteği reddedip, Sultan Melikşah'ın dayısı olan Bağdat Şihnesi (Vali) Aytekin'e teslim etti. O da tutsak Beyleri İsfahan'a gönderdi. Atsız, kardeşi Çavlı ile Trablusşam ve Sur'u ele geçirdi. Sünni Halifeye bağlı olduğu halde, Şii Halife adına hutbe okutmayı kabul ederek, karşılığında ticaretle ekonomiyi güçlendirdi.

Melikşah, Kutalmışoğulları'nın Atsız aleyhine kışkırtması üzerine, ilerde saltanat iddiasında bulunmasın diye kardeşi Tutuş'u Suriye'ye atamak istedi. Atsız ona bağlılığını duyurunca atamadan vazgeçti. Atsız 1075'te Dimaşk (Şam)'ı ablukaya aldı. 1076'da kan dökmeden şehri alarak, Sünni Halife ve Melikşah adına hutbe okuttu. Mısır üzerine 1077'de yaptığı sefer başarısızlıkla sonuçlanınca, Araplar Fatımilere bağlılık bildirdi. Atsız'ın seferde öldürüldüğüne dair haberler üzerine Melikşah, Suriye ve Filistin'de zaptedilecek yerleri kardeşi Tutuş'a iktâ etti. (1077-78) Tutuş, Atsız'ın davetine uyup gittiği Dimaşk önlerinde onu bir bahaneyle boğdurtup şehre hâkim oldu.(1079) Böylece Büyük Selçuklular'a tâbi olarak Suriye ve Filistin Selçukluları Devleti kurulmuş oldu. (Sevim-Merçil. age, s.343-350)

Tutuş'un Atsız Bey'i öldürmesi, yanındaki Türkmen beylerini ürküttü. Aynı sonun başlarına gelmesinden çekinerek Tutuş'u terk ettiler. Melik Tutuş, Şam ve Kudüs itaat altına alıp, düzeni sağladı, ama yeni Fatımî saldırısına karşı koyacak kadar kuvvetli değildi. Bölgede ona destek olacak kuvvetli bir Türkmen Emire ihtiyaç vardı. Oysa Tutuş'un uzun mücadeleler sonucu sertleşen karakteri onu itici kılıyordu. Atsız'ı sadakatsizlikle suçlayıp öldürmesi, Aksungur'un yanındaki 14 tutsak kumandanı öldürmesi onu yalnızlığa itti(1079). Arap asıllı hanedana bağlı kalan Halep'ten Mısır sınırlarına kadar uzanan alana sahip olan Tutuş'un bölgede tutunacağı tek kişi, Melikşah'tan uzaklaşan Artuk Bey'di. (Runciman. 2008, s.59)

Ona her zaman değer verdiğinden yanına çekme fırsatını kolladı. Artuk Bey, Fahruddevle'nin fitnesiyle kendisine kızan Melikşah'ın daha uzak yerlere göndermesini beklemeden, Tutuş'un yanına gitti.

III-DAİMA MUZAFFER ARTUK BEY

Artuk Bey girdiği savaşlardan hep zafer kazandığı ve bahadırlığı nedeniyle Türkmenler tarafından “Daima Muzaffer”, halk tarafından Buka ve Seyyid (Mirhand,2015, s.130, Artuk, 1988, s.3) adıyla, İslâma hizmetleri nedeniyle Abbasi Halifesi Kaim Biemrillah tarafından Rüknüddin ve Zahirüddin ünvanlarıyla anıldı. Eksük oğlu Artuk Bey, ömrü boyunca emrindeki kalabalık Döğler ve Kayı boylarıyla fetih ve seferlere katıldı. (Ferdi. 2006, s.19, Köprülü. 1950, c.I, s.617, Sevim¹.ÜSK. 1990, s.46,57)

Artuk, H.400(M.1009) yılında Maveräünnehir-Sehremän’da doğdu. Babası Eksük Bey Horasan’a gelip, Büyük Selçuklu Devleti’nin kuruluşunda büyük hizmetler yaparak ‘sâlâr’ ünvanını aldı. Tuğrul Bey ve Alp Arslan’ın emrinde, oğlu ile seferlere katıldı. Oğlu Artuk Bey, 1063 yılında kendisine bağlı Türkmenlerle Sultan Alparslan’ın hizmetine girdi. Dönemin Arap, Süryani, Bizans kaynakları kendisinden “Türkmanî” şeklinde bahseder. (Artuk. 1988, s.1)

Artuk Bey gittiği her savaşta başarı gösterdiğinden, Alp Arslan rütbesini yükseltip, birçok iş yaptırılan büyük komutanlardan, âdeta gölgesi, devletin simgesi yaptı. Hem taht kavgalarında, hem de otoritede güçlenmek için kızını Artuk Bey ile evlendiren Alparslan, yedi gün yedi gece düğün yaptırdı. Artuk Bey’in Sultan Alparslan’ın kızından üç oğlu oldu; İlğazi, Sökmen ve Sungur. Sungur babasının sağlığında öldü (Abdüsselam E,s.41) Diğer oğulları ise Behram, Yakutî, Alp Yaruk, Bektaş, Altaş ile adı bilinmeyen kız (Artuk,1988,s.36) olmak üzere yedi oğlan, bir kız babasıydı. Bazıları Halifenin verdiği Eminüddin. Necmüddin ünvanları da sayarak oğullarının sayısını daha çok gösterir.

Alparslan, isyan eden Eğil yöneticisi Pir Bedir’i yola getirmesi için Artuk Beyi görevlendirdi. Artuk ordusuyla Eğil’e gittiğinde Pir Bedir kaçarak, Meyyafarikin(Silvan) hükümdarı Hüsamüddin’e sığındı. Artuk Bey Meyyafarikin’i savaşla ele geçirip, isyancıları öldürdü(1068). Alparslan ele geçirdiği şehirleri esirleriyle birlikte Artuk Bey’e ikta olarak verdi.(Abdüsselam E. 2007, s.42-43)

Malazgirt Savaşı öncesinde diğer komutanlarla Anadolu’ya yapılan akınlarda, Artuk Bey ve Afşin Bey başı çekiyordu. Artuk Bey Malazgirt Savaşı’nda merkez kuvvetlerde Alp Arslan’ın sağında bulunuyordu. Zaferin kazanılmasında önemli rol oynadı. (Turan². STTİM,1980, s.179) Kumandanlar arasında öyle bir konumdaydı ki, gerektiğinde Alparslan’a bile kafa tutuyordu.(Köymen.2011,s.50)

Artuk Bey Savaştan sonra Bizans’la imzalanan antlaşmanın yok sayılması üzerine, Alparslan’ın buyruğuyla Orta Anadolu’da Yeşilırmak ve Kızılırmak havzalarında yaptığı fetihlerle halk arasında Artuhi adıyla destanlaştı. Daha sonra, Sakarya ırmağını geçerek İzmit

taraflarına ulaştı. Alparslan'ın ölümü ve kardeşi Kavurt Bey'in saltanat iddiasıyla hareket geçmesi üzerine merkeze çağırıldı. Kavurt'un ortadan kaldırılması ve Melikşah'ın tahta geçmesinde önemli rol oynadı.(Turan².STTİM, 1980, s.284)

Tekrar Anadolu'ya dönen Artuk Bey Kutalmış oğulları, Tutuş, Afşin, Dilmaç oğlu Muhammed, Davud oğlu gibi Selçuklu şehzade ve emirleriyle birlikte Bizans'a karşı isyan edip İstanbul'a hücumla hazırlanan ücretli Norman askerleri kumandanı Ursel'i yenerek, esir aldı. (Sevim¹. ÜSK, 1990, s.48)

İsfahan'dan uzakta Anadolu'da hâkimiyet kurmak isteyen Kutalmış oğulları, onu Melikşah'a şikâyet edince, onları kendinden uzak, Artuk Beyi ise yakın tutmak isteyen sultan, Anadolu'nun gerçek fatihini çekerek, İran-Irak sınırındaki Hulvan'da (Tikrît-Basra-Hulvân arasındaki bölge) görevlendirip, orayı ikta olarak verdi. Hulvan'ı üs edinen Artuk Bey, nerede isyan çıktıysa gidip bastırdı. Ahsa ve Bahreyn'de isyan eden Karmatiler üzerine gönderilince, 7000 kişilik bir süvari kuvvetiyle Basra üzerinden Ahsa'ya gitti. Karmatiler ile iki seferlik uzun mücadelelerden sonra Karmatiler'i tamamen itaat altına aldı. Bu seferde orada bıraktığı kardeşi Alpkuş öldürüldü. (1079) (Sevim¹. ÜSK, 1990, s.50-58, Turan².1980, s.285)

III.1-Artuk Bey Suriye'de

Artuk Bey'in amacı, daha önce Alparslan tarafından kendisine ikta olarak verilen, Diyarbekir, Silvan, Mardin ve çevresini ele geçirip, orada Beylik kurmaktır. Fakat bölge hakkında başkalarının da hayali vardı. Bölgede bulunan ve kaypak bir siyaset uygulayan Mervanoğulları topraklarının Büyük Selçuklu Devleti sınırlarına katılması üzerine gönderilen Ordu Başkomutanlığına Fahrüddeve atanıp, ona ordusuyla katılması bildirilince Artuk Bey çok üzüldü. Aslında bu gelişmede yine Nizam'ül Mülk'ün etkisi vardı. Fahrüddeve'nin oğlu Mansur, Nizam'ül Mülk'ün kızı Zübeyde ile evliydi. Vezir Selçuklu topraklarını bir ağ gibi akrabaları arasında bölüştürdüğünden, Artuk Bey'e karşı dünürünü destekledi ve devletin dayanağı olan ünlü komutanın gözden düşmesini sağladı. (Sevim-Merçil. 1995, s.101)

Diyarbekir'i kuşattığında, savaşıardan bıkan halk Fahrüddeve'nin yönlendirmesiyle şiddetle direndi. Kale surlarından atıklar, işkembeler atılarak Artuk Bey ve kuvvetleriyle alay edildi. Mardin kuşatmasında da aynı olaylar yaşandı. Şehrin tünellerden sağlanan ihtiyaçlarla yıllarca kuşatmaya dayanabileceğini öğrendiği sırada aldığı 'geri dön' haberi, Beylik kurma hayalini söndürdü.

Artuk Bey devlete yaptığı değerli hizmetlerin dikkate alınmaması, kendisine hiçbir karşılığın verilmemesine gücenerek, daha önce kendisine vaat edilen Hulvan'a çekildi. Sultan'a

ait birkaç çiftliği yağmalayıp, Müslim'in yanına gitmek üzere Habur nehri kenarına karargâh kurdu. (Artuk,1988, s.25-29)

III.2-Âyn Seylem Savaşı

Anadolu Fatihî ve Türkiye Sultanı Süleyman Şah, 1084'te Antakya'yı fethettikten sonra komşu olduğu Halep'te gözü olan Musul Emiri Müslim'in vergi isteğini reddedince araları açıldı. Müslim'in amacı Mezopotamya, Kuzey Suriye ve Filistin'e sahip olmaktı. Tek başına hiç yenilmeyen Süleyman Şah ile baş edemeyeceğini anlayınca Artuk Bey'e başvurdu.

Artuk Bey, Melikşah'ın kendisini affetmeyeceğini düşünerek, ömrünün son yıllarını Anadolu'ya yakın Kuzey Suriye'de geçirmek üzere Müslim'in davetini kabul etti. İkisi arasında yapılan antlaşmaya göre;

1-Şerefüddeve Müslim, Artuk Bey gibi Sultan Melikşah'a tabi olmaktan vazgeçecek.

2-Tutuş Büyük Sultan tanınarak, emrine girilecek.

3-Abbasi halifesi yerine Şîî Fatimî Halifesine bağlanılacak.

Artuk Bey ve Müslim bu ittifakı Tutuş'a açıklayıp, Fatimî Halifesine Müslim'in amcası Mukbil b. Bedran'ı göndererek, askerî yardım istediler. Fatımiler hemen isteği kabul edip, bir elçilik heyetini Mukbil ile Tutuş'un merkezi Dımaşk(Şam)'a gönderdiler. Önce Tutuş ile görüşen elçilik heyeti, uygulanacak kararları almak üzere Artuk Bey ve Müslim'in çağrılmasını kararlaştırdılar. Ancak o sırada Müslim, Süleyman Şah ile Kurzâhil yakınla-rında, 20 Haziran 1085'te yaptığı savaşta yenilerek hayatını kaybetti ve, çok sevdiği Halep kapısına gömüldü. Artuk Bey bu durum karşısında Dımaşk(Şam)'a gitmekten vazgeçti. Şîîlerle ittifak için yapılan anlaşma da yürürlüğe giremedi.(Sevim¹, ÜSK. 1990, s.64-66)

Durumdan yararlanıp, Kuzey Suriye'de önemli kaleleri alarak Türk hakimiyetini kuran Süleyman Şah, kuzeni Sultan Tutuş'un alanına giren Halep'i de kuşattı.(Haziran/31 Temmuz 1085) İlk kuşatmada kale yöneticisi Müslim'in amcası Malik ve şehir yöneticisi Şerif el-Huteytî, Melikşah'tan şehrin teslimi için onay istediler. Bu gelişmeler olurken, sultanın sessizliğini koruması, üzerine ordu göndermemesi Süleyman Şahı onayladığı anlamına geliyordu. Halep'i ikinci kez Nisan/Mayıs 1086'da kuşatarak, şehri alma kararlılığını gösterdi. Şerif el-Huteytî, Melik Tutuş'tan Haleb'i teslim almasını istedi.

Tutuş, Artuk Bey'e haber saldı. O arada Artuk Bey, gönlünü almak isteyen Sultan Melikşah'ın kendisine gönderdiği hil'at, bir at, ferman ve beşbin altın parayı kabul etmeyerek küskünlüğünü gösterdi. Bu durum karşısında Melikşah, hem gönlünü almak, hem de kontrol altında tutup, gerekirse cezalandırmak için; Âmid ve Elcezire'de bulunan büyük komutanlardan eski arkadaşları Gevherâyin, Karatekin ve Anuştekin'i görevlendirdi. Emirler Artuk Bey'e birleşme

önerisinde bulununca, o kararlı bir şekilde; “Halep’e gidip, Kutalmışoğlu Süleyman Şah’ın Sultana ait memleketleri yok etmesine izin vermeyeceğini” bildirdi. (A.Farac.1999, s.332) Süleyman Şah’ın Anadolu’dan uzaklaştırdığı diğer Türkmen Emirler de öc için Artuk Bey’in safında Tutuş’un hizmetine girerek, aleyhine olan dengeyi değiştirdiler.(Sevim²,AFKS,1990, s.36-38,ÜSK¹,1990,67-9)

Halep yakınlarındaki 5 Haziran 1086’da iki Selçuklu hükümdarının tutuştuğu Âyn Seylem Meydan Muharebesi’nde (Halep’e 3 mil uzakta), Artuk Bey’in Tutuş ordusunu ustaca yönetmesi ve diğer Türkmen Emirleriyle askerleri canla başla savaşa teşvik etmesi sonucunda, Süleyman Şah’ın ordusu yenildi. (İ.Adım. s.59) Komutan ve Emirler geçmişte kendilerini Anadolu’dan uzaklaştıran Süleyman Şah’tan intikamlarını aldıkları halde, alanı dolduran ölü ve ağır yaralı Türkmen askerleri hepsini ağlattı.

Anadolu Selçuklu Sultanı Süleyman Şah, Âyn Seylem Meydan Muharebesi’nde ilk kez yenilince, gururuna yediremeyip kendini kalbinden bıçakladı. (A.Farac, 1999, s.333, Alexiad,1996, s.135) Bu konuda çok rivayet var. Şehit edildiği de bazı kaynaklarda geçer. (İ.Adım. 2014, s.59, Artuk, 1988, s.32, Turan¹. SZT, 1971, s.75) Sultan Tutuş, Süleyman Şah’ın askerler arasındaki cesedini ayaklarından tanıdı. “Biz sizlere zulmettik, bizlerden uzaklaştırdık.” diyerek, Selçuk Bey’in çocukları ve torunları Arslan Yabgu-Kutalmış ile Mikail-Çağrı Bey Aileleri arasında yıllardır süren çekişmeyi ağılayarak dillendirdi. Onu büyük bir törenle Müslim’in yanına Halep kapısına gömdü. (Sevim-Yücel. TT, 1990, s.80) (Daha sonra mezarı Caber kalesine taşındı. Türk mezarı olarak bilinen türbe, son yıllarda Suriye’deki kargaşa nedeniyle sınırımıza yakın yere taşındı.)

Süleyman Şah’ın ordusunu toparlayan Tutuş, Halep üzerine yürüdü. Şehir hâkimi el-Huteytî, yine aynı oyuna başvurup, şehri sadece Sultan Melikşah’a teslim edeceğini bildirince, şiddetli kuşatma başlatıldı. İçerden yardım alınca 11 Temmuz’da şehre giren Tutuş ve Artuk Bey, Emir Sâlim’in koruduğu iç kaleyi düşürmek üzereyken; Süleyman Şah’ın ölmesine üzüldü, üzerlerine gelen Sultan Melikşah’ın buyruğundaki ordu yetiştirdi. Artuk Bey, Melikşah’ın başkent İsfahan’dan gelen ordusunun yorgunluğunu öne sürüp, hemen saldırıya geçerlerse yenebileceklerini önerdi. Bu tutum onun Sultan Melikşah’a bile saldırmaktan çekinmeyen gözüpekliğini kanıtlar, ama Tutuş aklına getirmek bile istemedi. “Ben, gölgesine sığındığım kardeşimin şeref ve haysiyetine gölge düşürmek istemem, eğer bunu yapacak olursak her şeyden önce ben küçük düşmüş olurum.” diyen Tutuş, hemen kuşatmayı kaldırıp, geri çekildi. Sultan Tutuş ve Artuk Bey Dimaşk(Şam) yönüne hareket ettiler. Tutuş bu yardımına karşılık

Artuk Bey'e Filistin'in yönetimini vererek, onu Selçuklu Ailesini birbirine düşüren Kuzey Suriye'den çekti.

Sultan Melikşah, Tutuş ile Süleyman Şah arasındaki kanlı mücadele öncesinde, Süleyman Şah'ın gönderdiği elçiler aracılığıyla, Antakya ve Halep şehirlerinin yönetiminin kendisine verilmesi isteğini kabul etmişti. Elçiler yoldayken savaşın olup bittiğini duyan Melikşah, önce kardeşini sert bir mektupla azarladı. Ardından beraberinde Porsuk, Bozan, Aksungur olduğu halde, İsfahan'dan Halep'e hareket etti. (Eylül/Ekim 1086) Suriye seferinde, önce Musul'a gitti. Halası Safiye Hatun ve Müslim'in oğlu Ebû Abdullah Muhammed'i yanına alarak Harran'a gitti. Burayı ona ikta olarak verip, kızkardeşi Züleyha Hatun ile evlendirdi.

Caber ve Menbiç'i aldıktan sonra Haleb üzerine yürüdü. Şehre girdikten sonra bazı atamalar yaptı. Maiyetinde dörtbin atlı bulunan Aksungur'u Şihneliğe, Nuh et-Türkî'yi kale kumandanlığına atadı. Huzuruna gelen el-Huteyti, sadakatını bildirerek eski görevine dönmesine izin verilmesini istedi. İki yüzlü siyaseti ve kötülüklerinden bıkan halk onu istemeyince Melikşah, Âmid'de oturmaya mecbur etti. Orada fakir düşen el-Huteyti bir parça ekmeğe muhtaç bir halde öldü. Yaptığı hilelerle iki Türk ordusunu karşı karşıya getirip, gereksiz ölümlere neden olması, Halep halkına yaptığı kötülükler sonuçta cezasız kalmadı. Tutuş ve Suriye'deki bütün Arap Emirler, Melikşah'ın huzuruna çıkıp bağlılıklarını bildirdiler. Tutuş gönderdiği elçilerle; "Sahip olduğu ıktalarda mı, yoksa kendisi için güvenceli olacak başka ıktalara gitmesi mi?" gerektiğini sordu. Melikşah onu eski ıktalarda bırakarak, gönlünü aldı.(Sevim-Merçil, SDT, 1995, s.108-109)

Antakya'da Süleyman Şah'ın eşi ve çocukları Kılıç Arslan ve Kulan Arslan'ı yanına alıp, Haleb'e dönen Melikşah Kurban Bayramını orada geçirdi. Ardından kızı Mehmelek Hatun'u Halife Muktedi Biemrillah ile evlendirmek üzere Bağdat'a gitti. Sultan Melikşah, Süleyman Şah'ın hayatına mal olan, vasalları birbirine düşüren Kuzey Suriye'yi komutanları arasında parçalayıp, doğrudan kendine bağladı. Urfa'yı Bozan'a, Antakya'yı Yağsıyan'a, Halep'i Aksungur'a vererek (Sevim-Merçil. 1995, s.110-113, Sevim¹. ÜSK. 69) Artuk Bey'in Güneydoğu Anadolu'da Beylik kurma hayalini tamamen söndürdü. Oysa yaşlanan yorgun savaşçı Artuk Bey, ömrünün son yıllarını bu bölgede dingin bir şekilde geçirmeyi hayal ediyordu.

Anadolu'da hakkı olan beyliği kurmasına bir türlü izin vermeyen Sultan Melikşah'a küsen Artuk Bey, Allah'ın inayetiyle ömrünün son yıllarını üç semavî dinin merkezi, Müslümanların Mekke ve Medine'den sonra üçüncü kutsal şehri Kudüs'te geçirdi.

III.3-Artuk Bey'in Kudüs yılları

1086 yılında gönül verdiği Mardin'e ruhanî ve fizikî yönden çok benzeyen Kudüs'e yerleşen Artuk Bey, 1091'de ölünceye kadar burayı yönetti. Ailesi ve yakın adamlarını Davud kulesine yerleştirdi. (A.Farac. 1999, s.333)

Türk göçebe yaşantısı ve hâkimiyet anlayışına bağlı olan Artuk Bey, bölgedeki Türkmen aşiretlerini kendine bağlayıp, ustaca yönetti. Emirlerinin eski Türk töresine bağlılığı, özellikle göçebe Türkmenlerin kendilerine bağlılığını daha da artırıyordu. Oğullarını çevredeki Sultan, Melik ve Arap emirlerin kızlarıyla, kızlarını Türkmen emirleriyle evlendirip, akrabalık bağıyla güçlendi. Kudüs'e yerleşen Artuk Bey'in buradaki yılları, geçmişine kıyasla çok sakin geçti. Fakat yaptığı işlerin yankı ve etkisi sonraki yıllarda ortaya çıktı. İlk iş eski Türk hâkimiyet sembollerine göre Kıyame (Resurrection/Diriliş yeri-Kutsal Mezar) kilisesinin tavanına üç ok yerleştirmek oldu. Bu sembolle Artuk Bey'in bu şehre siyasî ve hukukî hâkimiyeti belirttiği aşikârdır. Bu sembollerin kullanılması, Artuk Bey'den sonra oğulları arasında da devam etti.

Çağdaşı olan Ermeni müellifi Mateos olayı şöyle yazar: “Kudüs'e sahip olan Artuk Bey'in hakimiyeti, Kıyame (Resurrection) kilisesi tavanına attığı üç oku ile görülür.” (Mateos, 2000, s.225, Sevim¹. ÜSK, 1990, s.64)

Sonraki Tarihçiler ard niyetle, bu okların kiliseye bir hakaret ve tecavüze dalâlet ettiğini ve Haçlı Seferleri'ne yol açtığını ileri sürerken; Türklerin bu hareketinin bir hakimiyet işareti olduğunu düşünmemişlerdi. Nitekim aynı hareketi Tuğrul Bey ve Fatih de yaptılar. Aleyhteki görüşler son devirlerin ard niyetli hayali olarak ortaya çıktı. Selçuklu Tarihi uzmanı Martin Theodor Houtsma'ya göre tavana asılan ok sadece yüksek hâkimiyetin işaretiydi. (Runciman. 2008, s.59)

Haçlı seferleri'nin; Selçukluların zulümleri ve hususiyle fethedilen Kudüs'te Hristiyanlara ve Hacılar karşı fena muameleleri dolayısıyla vuku bulduğuna dair (Seignobos, 1960, s.123) eski görüş, aslında Haçlı Seferlerini tetikleyen ekonomik, sosyal ve siyasî nedenlerin yanısıra, sonraki olaylardı. Artuk Bey'in vefatından bir yıl sonra 1092'de ölen Sultan Melikşah'ın ardında başlayan hanedan üyeleri arasındaki taht kavgalarından yararlanarak, Filistin'i ele geçiren Mısır Şîi Fatimileri yerli halka ettikleri eziyetlerle, Türklerin hoşgörülü yönetimini çok arattılar. Fatîmi halifeleri Mustanser ve el Hâkim, Mısır ve Suriye'de Hristiyan, Yahudi ve Sünni Müslümanlara yaptıkları aşağılayıcı zulümler (ayak bileklerine zil takmak, belli kıyafetleri giydirmek) arasında Kudüs Kıyame Kilisesi de tahrip edildi.

Süleyman Şah'ın ölümünden sonra hiçbir askerî harekâta katılmayan Artuk Bey, Kudüs'te iyi ve düzenli bir yönetim kurarak, (Runciman, 2008, s.59) günlerinin çoğunu Mihrab-ı

Davud'da geçirdi. Artuk Bey'in kontrolden başka burayı seçmesinin bir başka nedeni; Hz.Davut'un kişiliğini kendine yakın hissetmesiydi. Kur'an-ı Kerim'de geçen Davut, Süleyman, Zekeriya, Meryem mihrapları içinde Hz.Davut mihrabı/ burcunu seçmesi, onun kendisi gibi üstün nitelikli cengaver oluşu (kimsenin yaklaşmadığı Calud'u öldürmesi), adalete önem vermesi ve hayallerinin yarım kalışından kaynaklanır.

Mescid-i Aksa inşaatını başlatan Hz. Davud, duvarlar bir adam boyu yükseldiği sıralarda hakkın rahmetine kavuşması, ondan sonra yerine geçen oğlu Hz. Süleyman'ın mescidi tamamlayarak, on iki mahalleye sahip Kudüs şehrini inşa ettirmesi de, kaderleri konusunda ilham verdi. Artuk Bey de kendini ona benzeterek, oğullarının hayalindeki Beyliği kuracaklarına inanıyordu.

Kur'an-ı Kerim'de, Sad sûresi 21.ayete göre; Hz. Davud'un mihrabı adaletle hükmetmek için kendini muhasebe ettiği özel bir yerdi. Hem peygamber, hem de güç ve iktidar sahibi bir cengaver olduğu halde, yine de Hz. Davud savaş gücünü, iktidar fitnesini özel mihrabına çekilerek dengeliyordu. Çünkü biliyordu ki, ruh ve mananın devşirildiği, insanın kendini yeniden toparladığı mihraplar olmadan savaş kazanılmaz. Savaşın istenen sonucu vermesi için mihrabın onarıcı ve kurucu tılsımından yararlanmak gerek. Bu anlayışla Artuk Bey, Ayn Seylem savaşında boş yere ölen Türkmenlerin yüreğindeki acısını onarmak ve yeni beyliğin kurucusu olmak için Hz.Davud'un mihrabını kendine uygun görerek, zamanının çoğunu orada geçirdi.

Kudüs sürekli el değiştirdiğinden harap haldeydi. Şehirde düzen, emniyet ve adaleti sağlayıp; gelir elde etmek için Hz.İsa'nın mezarına vergi koyarak, her ziyaretçiden bir altın alınmasını emretti. Toplanan paralarla şehri onardı. Daha önce aldığı fidye ve ganimetlerle külliye halinde bir medrese ve görkemli bir hankâh (büyük boyutlu tekke, merkez dergâh, tarikatlarda pir makamı, misafirleri minnet altında bırakmamak şartıyla fakir, derviş ve öğrencilere yemek verilen ve misafir edilen yer) inşaatı başlattı.

Kudüs'e yerleştikten sonra Artuk Bey hiçbir siyasî olaya karışmadı. Melikşah'ın kızının Halife ile düğününe daveti üzerine Nisan 1087'de Bağdat'a hareket ederek ay sonunda Kudüs'e döndü.

Kudüs Ortodoks Patriği, Konsiller toplantısı nedeniyle gittiği İstanbul'dan uzun süre dönmeyince, Artuk Bey'in kilise tavanına koyduğu üç oka kızdığı söylentisi yayıldı. Patrik 1089'da döndüyse de, ardından yazlarını Bizans başkentinde, geri kalan zamanı Kıbrıs'ta geçirmeye başladı. Aslında Ortodoks Patriğin bu tavrı, Bizans İmparatoru Aleksios Komnenos ile bir tezgâh döndürdüğüünün işaretiydi. Artuk Bey, Hristiyanlara özel bir düşmanlık

beslemediğinden bu duruma karışmadı. Hıristiyanların hayatı Artuk Beyin ölümüne kadar değişmedi. Filistin diğer bölgelerin aksine hoşgörülü yönetim sayesinde sakindi. 1095'te Selçuklu kudretinin çöküş haline geçmesi (Runciman. 2008, s.61) ve Fatımilerin gelişiyiyle her şey altüst oldu.

Kudüs Valisi Artuk Bey 1091'de öldü. Süleyman mabedine giden yol üzerindeki medrese avlusuna gömüldü. (Mateos. 2000, s.225) Ölmeden önce kendisine diz çökmeyen Âmid ve Mardin'in alınarak orada Beylik kurulmasını oğullarına vasiyet etti.

Geride bıraktığı yedi oğlundan, Sökmen (Eminüddin) ve İlgazi(Necmüddin) diğerlerine üstün gelerek beş yıl daha Kudüs'te valilik yaptılar. Sökmen ve İlgazi birlikte Kudüs'te valilik yaptılar. Mateos, Melik el-cabbar Sökmen'in savaşçı ve çok kan dökücü olduğunu yazar.(s.225) Kaynaklarda iki kardeşin Kudüs'teki icraatları hakkında bilgi verilmemek-tedir. Sökmen ve İlgazi önce Sultan Tutuş, ardından oğulları Melik Rıdvan ve Melik Dukak zamanında Suriye olaylarına katıldıklarından, Kudüs naibleri tarafından yönetildi.

1099-I.Haçlı Seferi sonunda Kudüs'ü kaybedince; Halep, Mardin, Âmid ve çevresinde Artuklu Beyliğini kurup, oralara yerleştiklerinde, Kudüs'te babalarının başlatıp, kendilerinin tamamladığı hankâh "Mêrdinliler hankâhı" adını aldı.

Artuklular Kudüs ile ilgilerini hep canlı tuttular. 1187 yılında Selahaddin Eyyûbi'nin Haçlı işgalindeki Kudüs'ü kurtarma seferine, Artuklular da ilgi gösterip, Hüsametdin Yuluk Arslan yönetiminde sefere katıldılar. Kudüs halkına, haçlıların aksine şefkat göstererek şehrin imar edilmesine katkıda bulundular. Artuk Beyin mezarı bulunarak, çevresindeki medrese ve hankâh onarımdan geçirildi. Nasreddin Artuk Arslan ve oğlu Necmeddin Gazi Kudüs ve Mardinliler hankâhına aynı ilgi devam etti.(Şimdi. 2019, s.84-88) Kudüs 1229 yılında tekrar Haçlıların eline geçince, 1244 yılında Berke Han emrindeki Harzemli ordusu tarafından kurtarıldığında yardım gönderildi.

III.4-Artuk Beyin kişiliği

Artuk Bey'in en önemli özelliği, ona "Daima Muzaffer" ünvanını kazandıran lider komutan oluşuydu. Deha seviyesinde bir stratejist idi. Malazgirt öncesinde bilmedikleri yerlerde Afşin Bey, Hacıp Gümüş Tekin, Ahmet Şah, Sanduk, Dilmaçoğlu Mehmet, Arslantaş, Davdavoğlu, Türkmen, Tarankoğlu, Atsız, Çavlı ve Melik Kurtçu ile at koşturup, Bizans Ordusu'nu yerden yere koşturarak yormaları, bir kısmını yok etmeleri zaferi kazandıran etmenlerden biriydi.

Yönetimindeki farklı dinlerden insanları adalet, düzen, hoşgörü ve emniyet içinde yönetti. Onlara karşı merhametli olup, uzlaştırmacı bir karaktere sahipti. Ona esir düşenlere acır, fidyemiz salardı. Bizans'ın ücretli Lâtin askeri Ursel'i esir aldığı halde, otağına kadar gelen

karısına teslim etmesi, Âmid kuşatmasında kaleye kaçan Musul Emiri Müslim'in kaçmasına göz yumması merhametinden kaynaklanıyordu. Farklı inançlardaki halka hoşgörülü davranır, yönetimi altındaki yerlerde huzura önem verirdi. Ayaklanma çıkan yerlere öncelikle onun gönderilmesi uzlaşmacı tatlı dilinden kaynaklanır.

Alp Arslan, kendisine bile kafa tutan (Köymen. 2011, s.50), gözüpek olduğu için Artuk Bey'e çok güvenir, isyan zamanlarında yanında bulundurmaya çalışırdı. Oğlu Melikşah ise onun bu hasletini takdir etmekle birlikte, ondan çekindiği gibi aynı zamanda güvenmez; merkeze yakın ve isyan anlarında yanında bulundurmaya çalışırdı. Gurur ve bağımsızlığına düşkünlüğünden hep mütevazı davrandığı halde, sonunda kıymet bilmeyen Melikşah'la çatışmaktan çekinmeyen Artuk Bey, bu nedenle üstün yeteneklerine karşın en üst görevlere getirilmedi. Yaşlılığında gönlünü almak isteyen Melikşah'ın gönderdiği hil'at, bir at, ferman ve beşbin altın parayı kabul etmeyerek, küskünlüğünü gösterdi.

Millî teşkilât, anane ve töreyi korudu. Alp, İnanç, Kutlug gibi ünvanları kullandı. Çocukları da aynı ünvanları kullanıp, Türk Töresine önem verdikleri halde, dilin bütünlüğünü koruyamadılar. Arapça-Türkçe karışımı bir dil kullandılar.

III.5-Artuk Bey vefat ettiğinde genel durum

Selçuklu kudreti 1095'te çöküşe geçtiğinde, Bizans ile sıkı dost, Haçlılarla el altından anlaşılan Mısır'daki Fatımiler'in Başkumandanı Ermeni asıllı Bedrelcemali el-Efdal (Mateos. 2000, s.170) durumdan yararlanarak Filistin'e saldırdı. 1098'de çok kalabalık bir orduyla Kudüs'ü kuşattı. Artukoğulları surlar hırpalanıncaya kadar, kırk gün direndiler. (Runciman. 2008, s.205) Kutsal şehirde yıkım olmasın diye, Kudüs'ü teslim ederek maiyetleriyle oradan ayrıldılar. (Artuklular-1, 2007, s.3, Maalouf. 2018, s.57) Şam, Halep yoluyla daha önce babalarına İktâ olarak verildiği rivayet edilen Âmid/Diyarbakır'daki akrabalarının yanına gittiler. (Sevim-Yücel. TT-1, 1990, s.165) Artuk Beyin oğulları Kudüs'te kalsa şehir Haçlıların eline geçmezdi. Fatımiler şehrin surlarını onarıırken, gayrimüslimleri aşağılayacak tedbirler aldılar. Bölgedeki Arap soyluları da akrabalık kurdukları Türklerin gitmesine sevinerek, Haçlılarla işbirliğine hazırlandılar.

IV-SONUÇ

XI. asır başlarında çöküşe geçen Sünni Abbasi İmparatorluğu, İran'dan Mısır'a kadar Şiîler tarafından sarılmış bulunuyordu. Asrın ortalarında Orta Doğu'ya gelen Selçuklular ile Sünni canlanma tekrar başladı. Orta Asya'dan Afrika'ya kadar Bağdat Halifesi adına hutbe okutuldu. Bu gelişmede İslâmiyetin inanç ve gücünü savunmaya kendini adanmış Türklerin rolü büyüktü.

Eşitsizlik ve sömürüye dayalı Feodalite(Derebeylik) yönetimi Avrupa'yı kasıp kavururken, Türklerin Orta Doğu'ya gelmesi yararlarına oldu. XI. asır sonunda Norman, Sarrazin, Macar akın ve yağmaları sona erdi. Avrupa kavimlerinin -Endülüs ve Doğu Akdeniz Müslümanlarının etkisiyle- politik, sosyal, ekonomik ve fikri hayatının temelleri atıldı. Töre ile mülkiyet, iktidarın sosyal durumunun verasete bağlanmasıyla teşkilatlanma sağlandı. Kilisenin ve skolastik düşüncenin gücü ilk defa Haçlı Seferleri sırasında kırılıp, insan ve doğayı esas alan Hümanizma Dönemi başladı.

Bizans İmparatorluğu darbeler ve dış saldırılar altında bunalırken, darbeye tahta geçen kurnaz, sinsi Aleksios Komnenos ve annesinin entrikalarıyla yeniden hayat buldu. Aleksios, İzmir Emiri Çaka Bey'in denizden, Trakya'da Peçenekler, Anadolu'da Selçukluların üçlü kısılcısından; Kumanları Peçeneklere saldırtarak, Çaka Beyi damadı Kılıç Arslan'a öldürterek, Bizans'a 360 yıllık ömür sağladı. Yardım istediği Avrupa'dan kopup gelen yüzbinlerce Haçlıyı Anadolu'ya geçirip, Batı Anadolu ve İznik'i geri aldı, Türkleri kılıçtan geçirdi. Kazdığı kuyuya devleti 1204 yılında düşerek, IV.Haçlı Seferi başkentinde sona erince, Komnenoslar'ın sonu oldu. Haçlıların Lâtin Krallığı yıllarca İstanbul'daki kültür hazinelerini yağmalayıp yok etti. (Türklerin yardımıyla 1261 yılında İznik Rum Devleti Haçlıları kovarak, İstanbul'u geri aldı.)

Anadolu fethinde Başkomutan olan Artuk Bey, oğullarıyla girdiği her savaştan muzaffer olarak ayrılırken; Alp Arslan torunu oğullarının Selçuklu tahtında iddiada bulunmaması için Anadolu'da Beylik kurmasına Melikşah hep engel oldu. Nerede isyan, olay varsa oralara yönlendirildi. Anadolu'da kurulan Danişmendliler, Saltuklular, Mengücekler, Çaka Beylikleri ve Türkiye Selçuklu Devleti güçlerinin üstünde katkılarla coğrafyayı vatana dönüştürürken, Artuk Bey en uzak yerlere gönderilip, oradan uzak tutuldu. Devlet ve dinin dayanağı ünvanları onu Anadolu'da Beylik ve Devlet kuranlardan hep üstün tutarken, hayallerinin yıkılması üzerine Melikşah'a küsüp, kardeşi Tutuş'un emrine girdi. Tutuş ona Kudüs ve çevresini ikta olarak vererek ödüllendirdi. Sürekli peşinde dolaşan Anadolu Fatih, Türkiye Devleti'nin kurucusu Kutalmışoğlu Süleyman Şahı, 1086'da Halep için Âyn Seylem Savaşı'nda yenerek, intiharına sebep oldu. Bu savaşta ölen binlerce Türkmen'in yasıyla, Kudüs'teki Davut mihrabına kapanarak, siyasal çekişmelerden el çekti. Yorgun, yaşlı savaşçının Kıyame Kilisesi tavanına astığı, hâkimiyet alâmeti 3 ok ve yay, kiliseye saygısızlık sayılarak, Aleksios'un çabalarıyla Avrupa'yı Haçlı Seferleri için harekete geçirdi.

Kudüs'ü onarıp, adaletle yöneten, güvenliği sağlayan Artuk Bey 1091'de öldü. Süleyman mabedine giden yol üzerindeki medrese avlusuna gömüldü. Kaderleri birbirine bağıymış gibi bir yıl sonra Nizam'ül Mülk, ardından Melikşah ölünce; Selçuklu kudreti çöküşe geçti. Taht

kavgaları, Anadolu Beylikleri ve Kutalmışoğulları arasındaki çekişmeler, Sünnî-Şîî sürtüşmesi, Hasan Sabbah-Batınî suikastlarının oluşturduğu kaos; Haçlıların Kudüs'e ulaşmalarına yol açtı.

Bizans ile sıkı dost olan Fatımîler, Haçlılarla el altından anlaştı. Haçlılar harekete geçtiğinde, onlarla savaştan yorgun dönen Artuk Bey'in oğulları Sökmen ve İlgazi yönetimindeki Kudüs'ü Fatımîler kırk gün kuşattılar. Artuk Bey'in oğulları şehir harap olmasın diye teslim edip, Halep ve Diyarbakır'daki akrabalarının yanına gittiler. Mateos'un anlattığına göre; 1098'de bir kuyruklu yıldız batı tarafında doğup, onbeş gün sonra kayboldu. Ardından Ekim ayında gökyüzü bir alev gibi tutuşarak, rengarenk oldu. Kızıl renk doğuya doğru kayarak kayboldu. Âlimler, bunun kan döküleceğine bir alâmet olduğunu söyledi. (Mateos, 2000, s.193) Gerçekten de Haçlıların gelişiyle Kudüs ve Orta Doğu kana bulandı. Artuk Bey'in oğulları Kudüs'te kalsa elden çıkmazdı. Sonraki gelişmeler bunun kanıtı... Demir zırhlı Haçlıların, Müslümanlar arasında saldıkları korku ve yenilmezlik efsanesinin yıkılmasında büyük rol oynadılar. Sökmen'in 1104'teki Harran-Belih Çayı Zaferi, İlgazi ve yeğeni Belek'in 1119'daki Tell Afrin Zaferi, Artukluların Haçlılara karşı mücadelenin liderliğine taşıdı. Haçlıların Suriye içlerine yayılmalarını önleyerek, toparlanmayı sağladığı gibi Müslümanlara kazanma umudu ve gücünü aşıladı.

1187 yılında Selahaddin Eyyûbi'nin Haçlı işgalindeki Kudüs'ü kurtarma seferine, Artuklular da ilgi gösterip, Hüsamettin Yavlak Arslan yönetiminde sefere katıldılar. Kudüs halkına, haçlıların aksine şefkat göstererek şehrin imar edilmesine katkıda bulundular. Artuk Beyin mezarı bulunarak, çevresindeki medrese ve hankâh onarımdan geçirildi.

Günümüzde yaşananlar bin yıl, yüz yıl önce yaşananların devamı... Muhalifleri eğiterek Suriye'ye barış ve huzurun gelmesini sağlayan Genelkurmay Başkanımız da Artuklu ruhunu taşıyor. Kudüs ve oraya giden yolun anahtarı Halep'i atalarımız gibi biz de seviyor, üzerlerine titriyoruz. Orta Doğu'da huzuru sadece Türkler sağlayabilir. Birlik ve barış için uğraşan hoşgörülü atalarımız ve şehitlerimizin ruhu şad olsun.

Extended Abstract (Genişletilmiş Özet)

XI. The Sunni Abbasid Empire, which collapsed at the beginning of the century, was surrounded by Shiites from Iran to Egypt. Sunni revival began again with the Seljuks who came to the Middle East in the middle of the century. Sermons were delivered on behalf of the Baghdad Caliph from Central Asia to Africa. The Turks, who devoted themselves to defending the faith and power of Islam, had a great role in this development.

While the Feudalism (Feodalism) administration based on inequality and exploitation was devastating Europe, the Turks coming to the Middle East was beneficial. At the end of the 11th century, the Norman, Sarrazin, and Hungarian raids and plunder ended. The foundations of the political, social, economic and intellectual life of the European tribes -under the influence of Andalusian and Eastern Mediterranean Muslims- were laid. Organization was provided by linking property with custom and the social status of power to inheritance. The power of the church and scholastic thought was broken for the first time during the Crusades, and the Humanism Period, which was based on humans and nature, began.

While the Byzantine Empire was suffering under coups and external attacks, it was revived with the intrigues of the cunning and insidious Alexios Komnenos, who had ascended to the throne through a coup, and his mother. Alexios ensured a 360-year life for Byzantium by having the Cumans attack the Pechenegs from the sea, the Pechenegs in Thrace and the Seljuks in Anatolia, the Emir of Izmir, and by having his son-in-law Kılıç Arslan kill the Çaka Bey. He led hundreds of thousands of Crusaders who had come from Europe, from whom he had asked for help, to Anatolia, took back Western Anatolia and İznik, and massacred the Turks. When his state fell into the pit he had dug in 1204, and the Fourth Crusade ended in its capital, it was the end of the Komnenos. The Latin Kingdom of the Crusaders plundered and destroyed the cultural treasures in Istanbul for years. (With the help of the Turks, the Greek State of Nicaea expelled the Crusaders and took back Istanbul in 1261.)

While Artuk Bey, who was the Commander-in-Chief in the conquest of Anatolia, emerged victorious from every war he entered with his sons; Melikşah always prevented Alp Arslan's grandsons from establishing a principality in Anatolia so that their sons would not claim the Seljuk throne. He was directed to wherever there was rebellion or incident. While the Danishmends, Saltuks, Mengüceks, Çaka principalities and the Seljuk State of Turkey established in Anatolia transformed the region into a homeland with contributions beyond their power, Artuk Bey was sent to the most distant places and kept away from there. While the titles that supported the state and religion always placed him above those who established principalities and states in Anatolia, when his dreams were destroyed, he became resentful of Melikşah and entered the service of his brother Tutuş. Tutuş rewarded him by giving him Jerusalem and its surroundings as fiefdom. Constantly following him, Kutalmışoğlu Süleyman Şahı, the Conqueror of Anatolia and the founder of the State of Turkey, was defeated in the Battle of Ayn Seylem for Aleppo in 1086, causing him to commit suicide. In mourning for the thousands of Turkmens who died in this war, he retreated from political conflicts by prostrating

himself at the altar of David in Jerusalem. The three arrows and bows that the tired, old warrior hung from the ceiling of the Church of the Apocalypse, a symbol of sovereignty, were considered disrespectful to the church, and with the efforts of Alexios, Europe was mobilized for the Crusades.

Artuk Bey, who repaired Jerusalem, ruled it with justice and provided security, died in 1091. He was buried in the courtyard of the madrasa on the road to the temple of Solomon. As if their fates were linked, when Nizam-ul-Mulk died a year later, then Malikshah; The Seljuk power began to collapse. Throne fights, conflicts between Anatolian Principalities and Kutalmışoğulları, Sunni-Shiite friction, chaos caused by Hasan Sabbah-Batani assassinations; It led the Crusaders to reach Jerusalem.

The Fatimids, who were close friends with Byzantium, made a secret agreement with the Crusaders. When the Crusaders took action, the Fatimids besieged Jerusalem, which was under the leadership of Artuk Bey's sons Sökmen and İlğazi, who were exhausted from the war with them, for forty days. Artuk Bey's sons surrendered the city so that it would not be destroyed and went to their relatives in Aleppo and Diyarbakır. According to what Matheos said; in 1098, a comet rose in the west and disappeared fifteen days later. Then in October, the sky caught fire like a flame and became multicolored. The red color disappeared towards the east. Scholars said that this was a sign of bloodshed (Mateos, 2000, p.193)

Indeed, with the arrival of the Crusaders, Jerusalem and the Middle East were stained with blood. If Artuk Bey's sons had stayed in Jerusalem, they would not have been lost. Subsequent developments are proof of this... The iron-armored Crusaders played a major role in destroying the fear and myth of invincibility they had spread among the Muslims. Sokmen's victory at the Harran-Belih River in 1104, and İlğazi and his nephew Belek's victory at Tell Afrin in 1119 brought the Artuqids to the leadership of the struggle against the Crusaders. By preventing the Crusaders from spreading into Syria, it ensured their recovery and instilled in the Muslims the hope and strength to win.

In 1187, the Artuqids showed interest in Saladin Ayyubi's expedition to save Jerusalem from Crusader occupation, and joined the expedition under the leadership of Husamettin Yavlak Arslan. They showed compassion to the people of Jerusalem, unlike the Crusaders, and contributed to the development of the city. Artuk Bey's grave was found, and the surrounding madrasah and hankah were repaired.

What is happening today is a continuation of what happened a thousand or a hundred years ago... Our Chief of General Staff, who educated the opposition and ensured peace and

tranquility in Syria, also carries the Artuqid spirit. We love and cherish Jerusalem and Aleppo, the key to the road to there, just like our ancestors. Only the Turks can provide peace in the Middle East. May the souls of our tolerant ancestors and martyrs who strive for unity and peace rest in peace.

*

Kıyame Kilisesi ve tavanına asılan üç ok



KAYNAKÇA

I-Kitaplar

Abû'l Farac, Gregory(Bar Hebraeus):Abû'l Farac Tarihi, C.I, Çev: Süryanice'den İngilizce'ye, Ernest A.Wallis Budge, Türkçe çev: Ömer Rıza Doğrul, TTK. Ankara-1999

Abdüsselam Efendi'nin Mardin Tarihi(Üm'mül İber) Hüseyin Haşimi Güneş, Mardin Tarihi İhtisas Kütüphanesi Yay. İstanbul-2007,

Adım, Kemalüddin İbnü'l-: Zübdetü'l Haleb Min Tarihi Haleb'de Selçuklular, Çev. Ali Sevim, TTK, Ankara-2014

Artuk, İbrahim: ARTUK BEĞ-Artuk Bey'in Hayatı, Kültür Bakanlığı, Ankara-1988

Artuklular-I-II, Editör: İbrahim Özcoşar: Mardin Valiliği Kültür yay. Mardin-2007

Bailly, Auguste: Bizans Tarihi-2, Çev: Haluk Şaman, Tercüman 1001 temel eser, İstanbul-tarihsiz
Barsavm-I, Patrik İgnatius Efrem: Saçılmış İnciler/Süryanilerin Yazınsal Tarihi, Çev: Zeki Demir, İstanbul-2005

BURSLAN, Kıvameddin: Irak ve Horasan Selçukluları Tarihi, TTK. Ankara-1999

Dirier¹ Başabaş, Ayten: Türk Anadolu'da, Serkan Matbaası, İzmir-1983

Dirier² Başabaş, Ayten: Emir Çaka Bey, Enki Matbaacılık, Lzmir-2021

Ferdî, Katip: Mardin Mülûk-i Artukıyye Târihi Naşir: Ali Emiri, Yay. Metin Yardımcı, Mardin TİK Küt. No:2, İ. 2006

Köymen, Mehmet Altay: Büyük Selçuklu İmparatorluğu Tarihi, Alp Arslan ve Zamanı, C.III, TTK, Ankara-2011

Lewis, Bernard: Ortadoğu, Çev. Mehmet Harmancı, Yeni Binyıl-Medya Ofset, İstanbul-1996

Maalouf, Amin: Arapların Gözünden Haçlı Seferleri, Çev: Ali Berktaş, 18.baskı, İstanbul-2018

Mîrhând, M.H.bin Mahmud: Ravzatu's Safâ...(Tabaka-i Selçûkiyye), Çev.Ercan Göksu, TTK, Ankara-2015

Ostrogorsky, George: Bizans Devleti Tarihi, Çev: Fikret Işıltan, 7.baskı, TTK, Ankara-2011

Runciman, Steven: Haçlı Seferleri Tarihi-I, Çev: Fikret Işıltan, 3.baskı, TTK, Ankara-2008

Seignobos, Charles: Avrupa Milletlerinin Mukayeseli Tarihi, Çev: Samih Tiryakioğlu, Varlık Yay. İstanbul-1960

Sevim¹, Ali: Ünlü Selçuklu Komutanları, TTK-Ankara-1990

Sevim², Ali: Anadolu Fatihî Kutalmışoğlu Süleymanşah, TTK, Ankara-1990

- Sevim, Ali-Yücel, Yaşar: Türkiye Tarihi-1, TTK, Ankara-1990
Sevim, Ali -Erdoğan Merçil: Selçuklu Devletleri Tarihi-Siyaset, Teşkilât ve Kültür, TTK, Ankara-1995
Şimdi, M.Talat: Mardin Tarihi Kimliği, Mavi'nin Not Defteri Yayınları, Enki Mat. İzmir-2019
Turan¹, Osman: Selçuklular Zamanında Türkiye, T.N.Yurdu, İstanbul-1971
Turan², Osman: Selçuklular Tarihi ve Türk-İslâm Medeniyeti, 3.baskı, İstanbul-1980
Turan³, Osman: Türk Cihan Hakimiyeti Mefkûresi, İstanbul-1995
Urfalı Mateos, Vekayi-nâmesi(952-1136) ve Papaz Grigor'un Zeyli (1136-1162), Çev. Hrant D.Andreasyan, Notlar: Edouard Dulaurer, Halil İnalcık, TTK. Ankara-2000

II-Makaleler

Köprülü, Fuad : “Artukoğulları”,İslâm Ansiklopedisi, İstanbul-1950

III-İnternet- Resimler:

http://www.mardin.gov.tr/turkce/kutuphane/pdfdosyalar/aselam_efendi_.pdf

www.yolculukbirkarasevda.blogspot.com ,

Kudüs-mahsun-şehir, 2015 www.türkçenindirilişi.com

MARDİN EBRULÎ KÜLTÜRÜNÜN SIRA GECE LEYLÊ

Ayten BAŞABAŞ DİRİER

Uzm.Araştırmacı Yazar, Şair, 37150 İzmir

ORCID ID: 0000-0003-0673-4366

Prof. Dr. Cemil İNAN

Mardin Artuklu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimlere Fakültesi 47100 Artuklu Mardin

ORCID ID: 0000 0002 605X 3461

Özet

Mardin özgün konumu ve açık hava müzesi görünümü gibi Selçuklu/Artuklu hoşgörüsünü yansıtan ebruli kültürü ile dikkati çeken bir şehirdir. Yedi dil ve dine sahip insanları hoşgörü içinde yaşarken, kültürlerini de ebruli halinde geleneksel hale getirmişlerdir. Bu kültürde çağlar boyu süren bir eğlence olan ve gece yapılan Leylêde hem müzik, hem raks/oyun, hem de yiyecek, içecek sunumu ile Mardin kültürü yaşatılmaktadır. Mardin toplu eğlence hayatında önemli bir yeri olan sünnet, kına ve düğünün öncü ve hazırlığı sayılan Leylê, ebruli kültürün anlaşılması ve kuşaktan kuşağa aktarılmasını sağlarken, gençlerin sosyalleşmesine de bir ayna oluşturur. Selçuklu Dönemi Mardin'in Muğanni/Şarkıcı Valisinden günümüze kadar süren sazlı, sözlü, oyunlu bu eğlence geleneği zamanla evlerden dış mekânlara taşarken, 20. Yüzyıl sonlarında modern hayata öykünme sonucu eski önemini yitirerek, günümüzde sadece turistik işletmelerde icra edilmektedir. Komşu iller ise Leylê geleneğini sahiplenerek Sıra Gecesi adıyla icra etmektedir. Mardin ebruli kültürünü doyasıya yaşayan Mardinliler yerleştikleri başka il ve ülkelerde düzenlenen festivaller ve düğünlerde bu geleneği sürdürerek, Leylênin değişmez müzik ve raksı Reyhanî'yi icra ederek sıra hasretini gidermektedir. Makalede Mardin Müziğinin temelleri, Berkıyruk'un Şarkıcı Valisi, Leylênin doğuşu, kuralları, giyim kuşam, yiyecek içecek, zaman ve zemine göre geçirdiği değişiklikler, icra edilen müzik ve makamlar, o günleri yaşayanların anılarıyla irdelenecek.

Anahtar kelimeler : Mardin, Kültür, Şarkıcı Vali, Leylê, Reyhanî

Summary : Mardin is a city that draws attention with its unique location and open-air museum appearance, reflecting the Turkish paper marbling culture of Seljuk/Artuqid tolerance. The people of Mardin, who belong to seven different languages and religions, have lived together in harmony and transformed their diverse cultures into a marbling blend of traditions. Within this culture, Leylê—a centuries-old night-time festivity, keeps the culture of Mardin alive with music, dance, food, and drink offerings. *Leylê*, which holds an important place in Mardin's communal entertainment life and is considered a prelude and preparation for events such as circumcision ceremonies, henna nights, and weddings, serves as both a means of transmitting

the marbling culture from generation to generation and a mirror for the socialization of the youth. Originating from the time of Mardin's singer-governor during the Seljuk period, this musical, poetic, and dance-filled tradition gradually moved from private homes to public venues, while, by the late 20th century, due to the influence of modern lifestyles, it lost much of its former importance and is now performed mostly in tourist establishments. Neighboring provinces, meanwhile, have embraced the *Leylê* tradition under the name *Sıra Gecesi*. Mardinites, who have long cherished their city's marbling culture, continue to preserve this tradition wherever they settle, performing *Leylê* and its inseparable music and dance, *Reyhani*, at festivals and weddings to ease their longing for home. This article examines the foundations of Mardin's music, the singer-governor of Berkayaruk's era, the origins, and customs of *Leylê*, its dress, food, and drink, the changes it has undergone over time and setting, as well as the music and modes performed—supported by the memories of those who once lived those days.

Keywords: Mardin, Culture, Singer-Governor, *Leylê*, *Reyhani*

GİRİŞ

Türkiye'nin Güney Doğu Bölgesinde yer alan Mezopotamya Tacı kadim şehir Mardin; açık hava müzesi görüntüsü, 8500 yıla dayanan tarihi, mitolojisi, kültürü, gelenekleri ve yıldızlara yakın konumuyla diğer iller arasında özgün bir yere sahiptir. İlklerin başladığı şehirde doğanlar; kadim efsanelere tanık olmuş kalenin dorukları ve eteklerinde lâtif havasını soluyarak, kâh bulutlar üzerinden erguvan renkli ovaya bakarak, kâh taht üstünde yıldızlara el uzatarak, mistik fısıltılarla esen rüzgârına eşlik eden yaşlıların anlattığı Gılgamış Destanı, Şahmeran efsanesi, 1001 gece masalları ve Orta Doğu Efsaneleriyle zihinleri bezenerek, zengin bir dağarcıkla büyüdüler. Akik, inci, zümrüt, elmas taşlarıyla yarışan kişilikleriyle yurda ve dünyaya dağılırken, hoşgörü bezeli farklı duruşlarıyla dikkat çektiler.

Ortaçağ boyunca eğitimle ünlenen 62 medreseli (Ayanoğlu; 2024) şehirde ilkler ortaya çıkarken, müzikte de bir ilk yaşandı. Büyük Selçuklu Sultanı Berkayaruk'un şarkıcısı şehrin valiliğini isteyince, diğer yerlerden farklı olarak duygular kaledeki saraydan bedene kadar, farklı dil ve dinlerin oluşturduğu sesler, nağmeler Mardin Harmonisi *L e y l ê* adıyla yankılanmaya başladı. Selçuklu Döneminde başlayan bu gelenek Artuklular Döneminde doruğa ulaşarak, Akkoyunlu, Karakoyunlu, Osmanlı Türkleri döneminde de sürdü. Mardin ve yöresine yerleşen Artuklular, göçebeleri yerleştirerek bölgeyi Türkleştirirken, Selçukluları aşan geniş hoşgörü adıl yönetimle (Çerme; 2007, s.346,349) havası, farklı ırklar, diller,

dinlere mensup halklar arasında kaynaşmayı hızla sağladı. Herkes Arapça konuşurken, Bizans zulmünden kurtulduklarına sevinen Ermeni ve Süryaniler, onlara her alanda serbesti tanıyan Artuklulara, Türkçe'yi öğrenerek hep yardımcı oldular. Kilise toplulukları kendi rızalarıyla Türkleşip, sadece inançlarını korudular. Bu kaynaşma, uzlaşma/senkretizm (Şimdi¹; 2025,167), Artuklu Beyliği'nin sağlam temellere oturması ve günümüze dek bölgede yaşayan Artuklu geleneğini kurmalarına yol açtı. Artuklu elleri, İslâm ülkelerinin Halep-Şam, Bağdat-Musul gibi büyük kültür merkezleri yakınında, tarihî İpek Ticaret Yolu üzerinde bulunduğu ticarî ve kültürel mübadele köprüsü gibi bir işleve sahipti. (Turan; 1980, 237) Bu özelliğiyle Selçuklular kadar, İlhanlı ve Osmanlıları da kültürel yönden etkiledi. Anadolu'da Horasan tarzı peşrevler, gazeller ve terennümlerin, raks/oyun ile doruğa ulaştığı zevk ü safayı, İslâm tarihçileri bu ülkenin Zühre (Venüs) gezegeninin etkisinde olmasıyla açıklarlar.

Mardin, Harput Artukluları sarayında yetişen mutribe (kadın şarkıcı-çalgıcı) ve çengilerin ünü her yere yayılmıştı.

Çağlar boyu süren Leylê geleneği günümüzde komşu illerin sahiplendiği Sıra Gecelerinin başlangıcı olup, ana kaynağı Mardin'in müziğidir.

I. MARDİN MÜZİĞİ

“Mardin Müzikte En Anlamlı Makam”

Vali Mehmet Kılıçlar-2005-2008

I.1-MARDİN MÜZİĞİNİN TEMELLERİ

XI. asırda Horasan'dan Anadolu'ya uzanan Selçuklu hakimiyetinde kaynaşan farklı toplumlarda müzik iki şekilde tanımlanıyordu; **Dinî müzik** ve **Eğlence Müziği**. Yeni kurulan ribat, zaviye, tekkelerde Dinî Müzik, eğlence mekânları ve özel günlerde Eğlence Müziği kullanıldı. Müzik sanatında önceki dönemlerin izleri görünse de, Selçuklu Müziği hepsinden baskın çıkarak **Askerî Müziği** de eklemiştir. Müziği eğlence amacıyla dinleyen Abbasi Halifesinin sarayında, Selçuklu saraylarında olduğu gibi Nevbet Müziği çalınmaya başlamıştır. Tuğrul Bey 1060'ta Abbasi sarayında da kös, davul, nakkare ve zurna kullanan sanatlı, kurallı ve disiplinli Askeri Müziğin tanınmasını sağlamıştır. Bu durum hem müzisyenlerin sanatını geliştirmesine hem de müzik teorisyenlerinin bu yüksek kültür ürünü yeni müzik anlayışını yani sanat müziğinin teorileşmesine yol açmıştır. Selçuklu dönemi, müzik tarihinde doğu müziğinin yani "ars nova"nın (yeni sanat) doğmasını sağlamıştır.

Bu toprakların halkları tarafından üretilen eğlence müziğinin sanatını tespit etmek yine usta müzisyenlerin müzik biçimi, müzikal ika/devir, müzikal ahenk/melodi üzerinde ve temsil sazı

için çaba harcamalarıyla olabilmektedir. Eğlence veya sanat müziğini ifade ederken müzik eseri anlamında kullanılan genel kelimeler Arapça tasnif, Farsça Amel, Türkçe "Hava (genel), Küğ (sözsüz müzik), ır (sözlü müzik)" terimleri yanında Türkçe bilmeyenlerin kullandıkları her türlü Türkçe müzik için kullandıkları "türkü" terimlerinin ortaya çıkması ve adlandırılmaya çalışılması ortak kültürü yaşayan Selçuklu toprakları müzisyenleri arasında yavaş yavaş belirginleşmiştir.

Selçuklular Döneminde **Eğlence Müziği** şöyle sınıflandırılabilir:

-Amel veya tasnif (sözleri eğlence içeren); bazram, büdig, destan, bozlak veya gazel (sözleri eğlence içeren), koşuk (sözleri eğlence içeren), mani, hava.

-Ağıt müziği biçimleri; Ötünç, buzlama, sağı, yoğ.

-Çok kültürlü sanat anlayışı müzik biçimleri; Amel (tasnif), aşere, bazgeşt, bozlak veya gazel, furudaşt, hamse, hüsrevani, kavlı, koşuk (ırak bölgesinde dubeyt veya mutedil), küğ (sözsüz çalgısal müzik eserleri), yır (sözlü müzik eserleri), külliyyat, meyanhane, tarika (giriş müziği, zahme, usulle girişe müstehil), nakş, nevbet (askeri müzikte sanat), nevbet-i müretteb, peşrev, savt, seb'a, serbend, taksim (çalgısal ve sözel), terane, terennüm.

Destan; hikâyeli müzik anlatımı olup en uzun soluklu eğlence müziğiydi. Acemler ve Araplarda çok gelişmişti. Uzun sürdüğü için çok değişik müzik örnekleri sergilenebilirdi. Sadece sese dayalı olduğu için genelde iki telli sazlarla icra edilirdi. Sadece sesle de yapılabildiğinden bu gelenek günümüzde halâ halâ yaşıyor.

-Konularına göre müzik biçimleri; göç havaları, gazi şarkıları, hacı uğurlama ve karşılama, aşk şarkıları, bahariyeler ve nevruzîyeler, yaşname, mevlit, münacaat, naat gibi terimler konularına göre müzik biçimi adlandırmalarına örnek oluştururlar. Kaşani, söze dayalı mükerreremat ve müşecceat (cesareti ve cömertliği teşvik ve övgü), mühezzemat ve mübekkeyat (ağıt ve kederlendirme), mülehheyat (eğlence), mevizat (nasihat), savt ve devir müzik türlerinden söz eder. Bu konunun örneklerine edebiyat kitapların, divanlar, şiirler, Divan-ı Lûgatit-Türk, Ahmet Yesevi Divançe'si, Yunus Emre Divanı ve Selçuklu dönemi müzik örneklerini barındıran kitaplarda rastlayabiliriz.

Türkçe örneklere Selçuklulardan iki müzik biçimi gelişerek günümüzde devam etmektedir: Amel, Nakş, Peşrev, Nevbet-i Mürettep. Bunlardan birincisi Kör-ı amel, daha sonra sadece "Kâr" adıyla anılırlar; diğeri ise Mevlevî Ayini olarak anılır. Diğerlerinin devam ettiklerini isimlerinden anlamak mümkündür. O dönemde Konya'da kuralcı ve dinî ağırlıklı, Mardin ve Meraga'da hoşgörüyeye dayalı eğlence müziği icrası yapılıyordu. (Uslu; 2010, 18)

Kadınlar da müzik çalışmaları ve etkinliklerinde önemli rol oynadı. Selçukluların bağımsızlığını temsil eden Nevbet müziği Hatunlar için de icra edilirdi. Ramazanda davul çalınması geleneği Nureddin Zengi'nin eşi İsmet Hatun tarafından başlatıldı. Daha sonra Anadolu Beylikleri ve diğer Müslüman devletlerde yaygınlaştı.(Uslu; 2010, s.21) Kadınlar kendi aralarında eğlendikleri gibi erkekleri ve kadınları eğlendirmeye meslek haline getiren muganniyeler de vardı. Düğünler, eğlenceler, panayır yerleri sanatlarını icra ettikleri alanlardı. En önemlisi ise sultan çadırları idi.(Uslu; 2010, 44-49)

1.2-ŞARKICI VALİ (MUGANNİM)

Selçuklu Sultanları musıkîye düşkün olduğundan, seferlerde de şarkıcılarını yanlarından ayırmazlardı. Berkyaruk'un Mugannim olarak ünlenen şarkıcısı da amcası Tutuş üzerine yürüdüğü sırada yanında bulunuyordu. 1096 yılında Nusaybin'e gitmek üzere konakladıkları Mardin'de, Mugannim orada kalmaya karar vererek, sultandan Mardin Valiliğini diledi. Saltanat ortamını tepmesine yol açan etkenleri, -bir Mardin Valisinin duygularıyla empati yaparak açıklayalım:

Muganni kalenin bedenine yaklaşıncaya, yüksek bir kültürün hayat üflediği çalgılardan, Mezopotamya ruhu önce dinsel ezgilerde ilâhî kıvamında yankılandı, sonra hüzne aşına olan yüreklerin hasad bereketiyle coşup, taşıdığı mehtaplı/kamra gecelerin aydınlığında rakslarını kendinden geçerek, yılan gibi kıvranarak oynadıklarını görür. Ruhunun Zâybek havası taşarak onları sarmalar. Kendinden geçercesine ezgiye kapılarak, semâhta olduğu gibi ellerini 'Hak'tan aldığını, halka verircesine' açıp bir süre döner, sonra dizlerini yakarırcasına yere güm güm vurup, aynı kıvraklıkla şükredercesine yavaş yavaş doğrulur. Başını kale gibi dikleştirerek, Sultan Berkyaruk'un önünde diz çöküp yalvarır: Sultanım! Senden burayı diliyorum ister muganni olarak bırak ister Vali!

1096-1101 yılları arasında Mardin Mugannim Vali yönetiminde şahlandı. Leylê denilen gecelerde kaleden taşan nağmeler, şehrin eteklerinde yankılanarak şenlendirdi. Sazlar farklı ritm ve nağmelerle coşup taşı. Gündüzleri ise kazancılar(bakırcılar) çarşısından zikir halinde kazana vuran çekiçlerin sesleri kaleye zamanı hatırlattı. Ezanlar vakitlere göre farklı makamla okunmaya, çanlar farklı tınılarla çınlamaya başladı. Kilise ilâhileri en uzak diyarlara kadar, Mardin'in mistik ruhunu taşıırken, Mevlid ve Kandil günleri, -onları coşkuyla kutlayan Erbil hükümdarı Gök-Böri'yi kışkandırıcasına- farklı bir ruhla kutlandı. Kaleden Mezopotamya'ya dalga dalga yayılan musıkî yakarış, coşku, sevinç, hüznün, aşk harmonisi halinde, hiçbir konuda ayırım gözetmeden hoşgörü içinde, makam ve ritm düzenini kuvvetlendirerek çağları devirdi. Bu süreçte Reyhanî tüm oyunların şahı olarak

baştacı edildi. Mugannim'in yaşadığı duyguların izine Mardin'i değişik asırlarda ziyaret eden Seyyah ve coğrafyacıları eserlerinde de rastlıyoruz. (Dirier&İnan; 2021, 450-451)

Seyyahlar, Mardin'in büyük bir şehir olduğunu, evlerin üst üste inşa edildiğini, suyun azlığının sarnıçlarla giderildiğini, kalenin muhkem oluşunun tasavvuf ve ruhi dolgunlukta zevkli bir hayat arzettiğini; mimarideki cazibesiyle gözleri doyurduğunu, sanatındaki inceliğiyle hayranlık uyandırdığını, diğer merkezlerde görülmeyen ilginç ve güzel bir şekilde kurulmuş olduğunu, halkının tatlı dilinin, güzel sözlerinin demiri bile yumuşattığını kaydederler. Hepsi sözbirliği etmişçesine Mardin'in değişik mimarisinin insanlara olan saygısına (birinin damı, komşunun avlusu olup güneşi engellemiyor), kalenin görkemi ve havasının şifa verici güzelliğine, ürünlerinin nefasetine, insanların hoşgörü ve cömertliğine değinirler. (İpek; 2007, 345-368)

Böyle bir ortam sadece kültürü değil, bilimi de doruğa taşır. XII.-XIII. yüzyıllarda Artuklu himayesinde yaşayan, Mardin'de yetişen âlimlerin şahı yaptığı eserleri aynen kitaba aktaran **Ebû'l-İzz el-Cezerî**, dönemine göre çok ilerde olup, mekânîk-fizik alanındaki eseri bugün bile şaşkınlık ve hayranlıkla okunmaktadır. Cezerî, "El-Câmi' Beyne'l-İlmi Ve'l-Ameli'n-Nafi Fi Sina' Atı'l-Hiyel/ Makine Yapımında Yararlı Bilgiler ve Uygulamalar" (1001 İcat, 2010, 16-17,316) adlı eserinin dördüncü bölümünde nefir, kös, def, zurna, çeng, daire, zil, nakkare, davul, düdük gibi musiki enstrümanları çalan grupların oluşturduğu minyatürlerle, saz çalan iki otomatik makinenin plânı ve saatlere de yer vermişti. (Nemlioğlu; 2007, 41-43) Cezerî'nin eserlerindeki semboller, altın varaklı süslemeler Artuklu ihtişamını göz önüne sererken, saatlerdeki mutriblerin(müzisyenler) gösterisi dönem hakkında yeterince bilgi verir. Otomat saatte, her altı saatte bir, ikisi sütunların arasında, üçü ortada bulunan beşmüzisyen gösteri yapar. Ortadaki bağdaş kurarak oturur vaziyette nakkare(dümbelek), sağ tarafta ayaktaki borazan, soldakilerden biri uzun davul, diğeri zil çalarken görüntülenmektedir. Mutriblerin üzerinde yakaları kapalı, sağdan sola doğru bele kadar kaytanlı, diz kapağına kadar uzanan kolları Şirazlı düz renkli kaftanlar vardır. Kaftanlar belden kemerli olup, altına çakşır(şalvar) giyinmişlerdir. Tüm mutriblerin başlarının etrafında ululuğun simgesi olan hâleler bulunur. Bu hâleler Sultana gösteri yaptıkları için çizilmiş olabilir. Ortada nakkare çalan mutribin başında sarık(kavuk), sağ başta borazan çalan mutribin başında ise börkü andıran başlık vardır. Börklü olanın Anayurttakilerin sığan saç dedikleri bele kadar uzanan düz saç görülmektedir. Mutriblerin yüzü bozulmalar nedeniyle belirginliğini yitirmiştir. (Nemlioğlu; 2007, s.42) Bu bozulma olmasa, günümüzde Halep'ten Harput'a kadar uzanan coğrafyada Artuklu fiziğinin 12. asırdaki aslı görülecekti. Cezerî'nin eserleri, Artuklular döneminde de

musikinin önemli bir gelişme kaydettiğini, enstrümanların icadı ve kullanılmasının bilim adamlarının eserlerine yansıdığını göstermektedir. Mimaride farklı bir üslûp yaratsalar da diğer kurumlar gibi musıkîde de Selçuklu geleneğini sürdürdüler. (Çerme, 2007, 349-350) Kayı damgası, çift başlı kartal, çift ejder sembollerini arma olarak kullandılar.



Hareketli düzeneğe sahip bir saat(Ateş; elektrikport.com)

14. asırda yaşayan ünlü Matematikçi İbn Türkmen **Cemalettin Mardinî**, Astronomi çalışmalarının yanı sıra musıkî konusunda 'Urcuze Fil Musıkî/Musıkide Güfte' adlı eseri yazmıştır. Eserde müzikle ilgili teorik bilgiler verilmekte, makamlar ve özellikleri anlatılmaktadır. (Çerme; 2007, s.353-3354).

Konya'da musıkî ve sema'ın âyinlere girmesine muhalefet olduğu yıllarda, Artuklu sarayında başka bir hava esmekteydi. Devrin âlimlerinden Şemseddin Mardinî tanburu başucunda tutar, onun Allah'ı sena eylediğini ve musıkînin meşru olduğunu söylerken (Turan; 1980,399), Taceddin de aksine Konya Kadılığını, halk arasında yaygın bulunan Rebâb'ın yasaklanmasıyla kabul edeceğini ileri sürüyordu. Konya'da Müzik ve sema'ın cevazına (onay) Şer'i Mahkemeden bir hüküm alındığı rivâyet edilirken, Artuklu sarayında mutasavvıf Şehabüddin Sühreverdi müziğe onay verirdi. Gerçekten de bir asır sonra İbn Haldun'un belirttiği gibi "Musıkî medeni yükselişin son ve sükûtun da ilk sanatıdır." (Turan; 1980, s.399) Yakın dönemde Mardin müziği özgün bir nitelik kazanmıştır. Bu durumu Mardin'in kanaat önderlerinden gazeteci Semih Hocaoglu şöyle dillendirir:

“Mardin müziği hiçbir tarafa angaje olmadan şehirde yaşayan bütün taraflara ayna tutarak, herkesi kucaklayarak yoluna devam etti. Şehirde yaşayan ebrûli geleneğin saklı yaşam kodlarını notaya dönüştürerek halka arz etti. Günlük yaşam öykülerinden eserler üretti.

Mardin Arapça lehçesi ile yapılan müzik Mardin ile Ortadoğu şehirlerinin iç içeliğini andırıyor. Kamışlı’dan, Musul’dan, Halep’ten bahseden şarkı sözleri Mardin’in ve Mardinliliğin geniş bir coğrafyaya hitap ettiği gerçeğini vurguluyor.

A.Kerim Çuha ve Hasan Çuha kardeşlerin özgün çalışmaları Mardin norm müzik kimliğinin bir çok kültürü etkilediğini bize gösteriyor. Semir Ortaç, Serkan Ortaç, Şeyhmus Alpaslan, Halim Aşar, Ömer Çanşı, Hatice Gümüş, Rıdvan Fidan, Mehmet Sağlam, Fikret Mungan, Hasan Çuha, Seda Yersel, Yasin Tırpan, Veysi Güner, Ahmet Salarvan, Ümit Çınar, Murtaza Tırpan, Riyad Tezcan, Nurten Ayan ve nice müzisyenlerle yaptıkları çalışmalar günümüzde Mardin müziğinin tanınmasında önemli rol oynuyor. Murat Kurşun ve Mahmut Mardinli’nin İstanbul gibi kozmopolit bir modern kentte seslendirdikleri Mardin şarkılarıyla büyük halk kesimine hitap ettiklerini görüyoruz. Dolayısıyla son yetmiş yıldır yeniden inşa edilen Mardinli kimliğinin oluşumunda Mardin müziğinin ve müzisyenlerin yadsınamaz bir katkısı olduğunu ifade etmek gerekir.

Müziğin Mardinli kimliğinde notalara dökülen özelliği nedir?

Mardin müziği hiçbir tarafa angaje olmadan şehirde yaşayan bütün taraflara ayna tutarak, herkesi kucaklayarak yoluna devam etti. İçinde hüznü de sevincide barındıran enstrüman oldu. Zaman zaman içinde hüznü bir nostalji barındırır; bazende coşkun bir ruh halindedir. Özellikle genç neslin ortak bir geleceğe tasavvuru için yol gösterici oldu. Batı taklitçisi bir çizgide değil, Doğu’nun kendi sesini, kendi dilini yeniden kurma çabasında olan bir nota ile yola devam etti, onun için kendine özgü oldu.

Herhangi bir dini, mezhebi, etnisiteyi, ideolojiyi yücelten değil; tüm bunların ötesinde, insanın derinliklerini anlamaya çalışan ve bu anladığını notalaştıran bir gerçektir. Bu nedenle Mardin müziği dinlendiği zaman herkes onda kendinden bir şey buldu, buluyor. (Hocaoğlu; 2025)

II. LEYLÊ

II.1-TANIM

Arapça edebiyat ve şiir geleneğinde sıkça karşılaşılan bir **isim** olan Leyl, gece; leylê bir gece, leyâl, leyâil, geceler anlamında kullanılır. Leylê, leylî tek geceye özgü anlamında olup romantik ve lirik eserlerde de sıkça kullanılır. Arapça konuşanların damakta e ve i harflerini kaynaştırdığı Leylê sözcüğü, **sıfat** olup ilk anlamı geceye özgü, gece olan, gece gibi karanlık, hüznü; Leylî-leyliyye olarak söylendiğinde "yatılı" anlamına gelir. Bir tek gece için genelde kandillerde

kullanılır: “Leyle-i berat – Leyletü'l-berat: Berat kandili gecesi.” “Leyle-i kadir: Kadir gecesi”, “Leyle-i mîraç: Mîraç kandili gecesi”, “Leyle-i regâib: Regâib kandili gecesi”, “Leyletü'l-isrâ: Mîraç gecesi” Leyle-i bedr : ayın ondördüncü gecesi veya dolunay, leylen ; geceleyin için kullanılır. (Develioğlu; 1970, 658) Geceye atıfta bulunan Leylâ ismi kişinin kimliğini yansıtır ve taşıyana veya ailesine derin duygusal ve kültürel bağlar kurar.(Vikipedi; 3.2024)

II.2-SÜREÇ

Şarkıcı Vali döneminden itibaren sistematik bir şekilde gelişen Mardin müziği, kaleden Mezopotamya'ya dalga dalga yayılarak; yakarış, coşku, sevinç, hüznün, aşk harmonisi halinde, hiçbir konuda ayırım gözetmeden hoşgörü içinde yerelle kaynaşp, makam ve ritm düzenini kuvvetlendirerek çağları devirdi. Bu süreçte Leylê repertuarı farklı makamlarla zenginleşirken Reyhanî baştacı edildi.

Reyhanî müziğin yanı sıra raks (oyun, dans) da aynı etkileşimle dinî ritüellerle kaynaşarak duyguları yansıtan ayine yakın bir görünüme büründü. Kadın ve erkek oyuncuların ünü sınırları aştı. Mardin sarayında Çengi lâkabıyla şöhret bulan Kara-Toğan oğlu Mehmed, XIII. asır sonlarında Mısır Sultanı Nâsır tarafından Kahire'ye davet edilerek, sarayda musikî eğitimi ile görevlendirildi. Artuklu sarayının kölelerinden Ali de aynı sultanın arzusu üzerine ona hediye edildi. Sultanın ölümü üzerine çok üzülen Ali, teessüründen udunu ve diğer musikî aletlerini kırdı. (Turan; 1980, 398)

Erbil hükümdarı Muzaffereddin Gök-Böri'nin Mevlid âyin ve merasimlerini, aynı zamanda şenlikler ile kutladığı bir dönemde (Turan; 1980, 403), Artukluların ondan geri kalmayacağı şüphesizdi. Bugün Arap geleneği denilen bu görkemli törenler, Türklerin peygamber sevgisinin kendi gelenekleriyle harmanlanmasından kaynaklanıyordu. Bu gelenek Mardin'de Cumhuriyet Döneminde de daha yalın sürdü. Camiler, medresler, evlerde okunan İlâhili Mevlidler belleklerde yerini halâ korumaktadır.

II.3- ZAMAN VE ZEMİN

Mardin'de eğlence amacıyla yapılan toplu etkinlikler zaman, amaç ve zemine göre baskın dilin etkisiyle farklı isimler aldı. Arap kültüründe “Umsiye” denilen akşam eğlenceleri, Mardin'de geceye özgü “Leylê” adıyla anıldı. Sazlı, sözlü düğünler (Yuva kurma ve sünnet düğünleri), adak adama eğlenceleri gündüz; asker uğurlama, kına yakma ve özel eğlence eğlenceleri geceleri yapıldı.(Avuka; 2023)

Düğünler evlerin avlusu, manzara denilen büyük odaları ve bahçelerde yapılırken; leylêler damlar, avlular ve kahvelerde yapıldı. Günlerce süren etkinlikler, 1960'larda başlayarak tek güne sığdırılarak salonlarda yapılmaya başlandı.

Mardin'in kanaat önderlerinden, turizmin gelişmesi ve leylêrin düzenlenmesinde büyük katkıları olan önemli turistik tesislerin yöneticisi Hıdır Sümer leylê hakkında şu bilgileri verdi: *"Leylê, Mardin'in olmazsa olmazlarından varlıklı ve köklü ailelerin kışın evlerinde, yazın Zinnar ve Bakırkire'de hafta sonları düzenlediği bir gece eğlencesiydi. Genelde Mardinli aileler ud, cümbüş, keman ve ritm sazlarla, kadın erkek ayırımı gözetmeksizin müzik icra ederlerdi. Sonraları bu işleri icra eden halk dilinde ısshak denilen çalgıcılar dahil edildi. Bahçelerdeki leylê gecelerinde kadınlar yemek yapar, meze hazırlardı. O dönemde görev yapan mevlidhanlar kaside, varsağı, uzun hava ve benzeri edebi eserleri makamlarında icra ederlerdi. Geceler bazen alkollü olurdu. 1950'lerde icra edilen en önemli makamlar uşşak, mansurî ve bayatî makamlarıydı. Reyhani ve raksıl havanım en önemli oyunlardı. Sabahlara kadar süren eğlence sabah namazı ile sâba makamıyla son bulurdu."*

II.4-HAZIRLIKLAR

Vali Muğannim'in 1096-1101 yılları arasında aşıladığı bu müzik ve oyun sevgisi nedeniyle Mardin evlerinin çoğunda bir müzik aleti bulunur, uzun kış geceleri kürsi etrafında masallar, hikâyeler, raks ve müzikle 1001 geceye benzetilirdi. (Bayraktar; 2025)

1950'lerde şehirde elektriğin yaygın olmaması sebebiyle özellikle kış aylarında kahvehanelerde düzenlenen müzikli gecelerde, Mardinli ses sanatçılarının burada kendi sanatlarını icra etmeleri de sağlanmıştır. Uzun kış gecelerinde Sülo Ğaribo, Nuri İblâlo ve kahveci esnafların kahvelerinde yapılan hazırlıklarda; sanatçılar Mardin'in en güzel makamlarını, fasıllarını, divanlarını okuyarak sanatlarını icra ettiler. Eserlerin çoğu burada kayda alınarak gün yüzüne çıktı. (Hocaoğlu-2025)

Leylê hazırlıklarının kış aylarında evlerde yapıldığını ünlü sanatçıların çocukları, hayatlarının en güzel anısı olarak anlatırlar. Mardinli kanaat önderi Süryani Kadim Vakfı Başkanı Kenan Gürdal, babası Edip İsseece sayesinde göbeğinde yaşadığı o güzel günleri şöyle dillendirir:

"Mardin'de Sıra Gecesi hiç olmadı ve ben ne duydum ne de yaşadım, sıra gecesi Urfa'ya Diyarbakıra aittir. Biz leylê derdik. Mardin'de yaşayanların hepsi bir yemek masasının etrafında toplanarak, keyif alarak adeta evde düğün varmış gibi hazırlanmış davet yemekleri yenerek ve de ufak ufak demlenerek icra edilen Leyle'ler vardı. "Teeuv tenseylne leyle şi./ Buyrun gelin (haftaya veya bir hafta sonuna) bir leyle yapalım! Haftaya bizdesiniz..." dendiğinde kararlaştırılan güne göre davetliler kendini programlayarak gelir, sabah 5-6 gibi de evden ayrılırlardı. Diyelim ki masada Tumâ Mıksirezzuk var, karşısında Hafız Abde oturuyor, sıcak yemekler masaya geldiğinde bir sonraki Leylênin nerede yapılacağı, kimin evinde olacağı programı yapılır ve nüktedan hafız amca mesaj verir, şöyle derdi; 'Edip, vallahi

senin hanımın, annenin ellerine sağlık kiteller çok güzel olmuş, ama sen hiç Tume'lerde Kaburga dolması yedin mi? Bize geçen sene bir kaburga yedirdiler tadı hala damağımda.' dediği an Tumâ amca mesajı alır; 'Vay mo ala rasi, haftaya kaburgayı bizde yiyelim' der, haftaya olacak leyle garantilenmiş olurdu. Tumâ amcalarda otururlar, bu sefer Kermo'z Zeyid amcamız der ki; 'Tumâ kaburga harika olmuş, ama asıl kibeyi mumbarı Fehmi 'lerde yiyeceksin ki, kibe onlara nüzul olmuş başka yerde yiyemezsin.' O sırada Kanun çalan Fehmi Şuha'nın evi de sonraki leyle için garantilenmiş olur, Fehmi amca da 'alâ rasi' der, daveti evinde yapardı. Herkesin canı ne çekmişse espi ile mesajı masada birilerine gönderir, mesajı alan da leylêyi evinde icra ederdi. Ve tüm bunlara babam hep eşlik eder neredeyse hepsine beni de götürürdü, kayıt yapacak teypi de bana taşıtır, leylêlerde çalınan, söylenen müzikleri kaydederdi. Hiçbir leylenin, gece saat 24:00'lerde bittiği vaki değildi. Yorgun düştüklerinde Sabaha karşı saat 5 veya gün ağarmaya yüz tuttuğunda biterdi. Rakıyı adabıyla içerlerdi, taşkınlık yok, müthiş şakalar gülüşler kahkahalarla sabahı ederlerdi. Bu arada bir şarkı icra edildiğinde evde çıt çıkmaz, kapı açılmaz kimse servis yapmazdı. Şarkı ve kayıt biter, yemekler çerezler meyveler yenir, şakalar yapılır, sohbet edilir, hadi bir şarkı daha başlatılır yine sessizlik başlardı. Evde sadece enstrüman çalanlar değil, davet edilen arkadaşlar da dinlerdi. Meselâ Avni Keskinbora'nın evinde Avukat Kaya Şatana vardı, o dinleyiciydi. Bu gibi değerli misafirler de leylêye katılır koro halinde şarkılara eşlik edilirdi. Güzel günlerdi, teknolojinin varlığı olmadan, tv cep telefonu internet gibi imkânların olmadığı bir dönemde dostluklara ve bu gibi sosyal yaşantıya büyük ihtiyaç duyulur, dostluklar çoğalırdı. Günümüzde herkes cep telefonu ile odasının duvarı arasında sıkışmış suni sosyal hayattan zevk aldığını sanıyorsa da gerçek hayatın güzelliğini babalarımız ve sonra da son olarak bizim neslin yaşadığına inanıyorum. Bizden sonrakilerin hayatını teknoloji esir almış onlara da acımıyor değilim!.. Trene bini toplu bir seyahat aracına otobüse veya bir alış veriş merkezinin yemek salonuna gidin insanların %90'ının elinde telefon, kimse kimseyle konuşmuyor, evde 5 kişilik bir aile ferdine bakın herkes odasında internetinde telefonunda hayattan tad almaya çalışıyor. Ne mutlu ki Mardin'de doğdum ve bu güzellikleri yaşadım. Bize bunları yaşatma imkânı veren babama teşekkür borçluyuz, nur içinde yatsın."

Hem saz, hem sözde Leylê geleneğinin ustası Mehmet Ürün'ün oğlu, Mardin kültürünün yaşatılmasında duayen bir isim olan Selâhattin Ürün, Leylê ve Reyhanî ile yoğrulan hayatının o güzel günlerini şöyle anlatır:

"Mardin'in müzisyenlerinden sevilen sayılan, hayatının 75 yılını Mardin müziğine adayan rahmetli babam ebu Aziz Mehmet Ürün bana leyle hakkında şu bilgileri anlatırdı; leylêler kış

aylarında evlerde yapılırdı. Yazın ise büyük terası olan kahvelerde bir açık hava konseri gibi yapılan leyle'lerin tadı ve eğlencesi bambaşka olurdu. bu kahvelerin başında Nuri Iblalo kahvesi, Sülo Ğaribo lokali, Cemil Kolli kahvesi, Sürür Garajı, Ali Hammut ve Imhammed ıl Hafız kahvesi, gelirdi. Mardin leylêlerinde genellikle makam müziği icra edilirdi. Bir fasıl yaklaşık bir saat devam ederdi. Tahsin Oral amcamızın evinde yapılan leylê bu anlattıklarımın bir kanıtıdır. Mardin müzisyenleri eşliğinde okuyucular sırasıyla konuklar ve müzisyenlerin en büyüğünden okumaya ve davete katılan diğer sanatçılar vokalde okuyucuya eşlik ederlerdi. Tahsin Oral amcamızın evinde yapılan leylêde okuyucular, Hafız Abde, Kermo Izzeyıd, Ahmed ıl Beg, Farıs innıccar, hem okuyucu. ve hem cümbüşte eşlik eden Edip emmune ile birlikte kanunda Fehmi Şuha'ya eşlik eden değerli sanatçıların sırayla birer fasıl yaptıklarını yapılan bu eğlenceden anlıyoruz. (cd)

Mardin'de yapılan leylêlerde pek oyun olmazdı, herkes pür dikkat okuyucuya odaklanır ve sakın sakın dinlerdi. Leyle'yi düzenleyecek olan ev sahibi ilk önce müzisyenleri ayarlar ondan sonra misafir edeceği seçkin kişileri belirlerdi. Genelde leylêlere katılımı mümkün mertebe az kişi ile yapılırdı, ev sahibi her türlü ikramı kendi üstlenir, kimsenin elini cebine atmasına müsaade etmezdi, çünkü bu leylê bittikten sora ikinci leylênin kimin evinde yapılacağına karar verilirdi. Mardin'de leyleler bazen bir, bazen üç bazen bir hafta devam ederdi.

Mardin'de Süryanilerin 1950 yılları öncesi ve sonrası yaptıkları leyle'rin bir hafta boyu sürdüğünü, saz arkadaşları ile katıldığı leylêlerde hiç eve gitmeden leyle eğlencesini düzenleyen kişilerin evinde kaldıklarını ve ev sahibinin en büyüğü; 'İsdet Imhemmed mukve ımsınitık û sıccedıdık, âymed led rıd ıd vazza û sallı al beyt ravah mefi! Inte û arkadaşınık kem ınhar misafrın intin. (mehmet usta işte bu senin ibriğın, buda seccaden ne zaman istersen abdestini al namazını kıl ama eve gitmek yok sen ve arkadaşların bir kaç gün bizim misafirimizsiniz) der ve eğlenceye başlardı."

Yazar Sadettin Noyan o günlerle ilgili anılarını şöyle anlatır:

"Bizim ailede hem akrabalarımız arasında hem de komşularımız arasında belirli günlerde müzisyenlerin eşliğinde "leyle" adlandırdığımız sıra gece etkinliği yapılırdı. Sıra geceleri arasında hiç unutmadığım bir sıradışı gece Lâtifiye Mahallesiinde komşular arasında yapılan o güzelim etkinlikleri halen beğimde, hayat ve hatıratlarım arasında tazeliği sürüyor. Sıra gecesine katılan komşular genellikle babamın mesleğinde olan seçkin mümtaz insan topluluktan birkaç kişi halen hafızamda. Bunların arasında her zaman rahmetle andığım. Salih Özyardımcı, Ferhan Kureyşê(Ayseli), Oto tamircisi Mehmet Çelke(Erilmez)amca, Marangoz Farıs Alpagut amca ve şu anda anımsamadığım birçok komşumuz leylê adını verdiğimi sıra

gecesine davetliydi. Gece etkinliği için bir gün önce konuklara çekilecek ziyafetin malzemeleri çarşıdan tedarik edildi. O gün babam kuzu aldı. Rahmetli annem güzel yemek pişirirdi, o gece için kuzu dolması yaptı. Tatlılardan burma baklavasını, komşumuz oto tamircisi Mehmet Amca ikinci eşi Bolu'lu olduğundan tatlı konusunda uzmandı. Teyze kocaman açtığı yufkaları büyük bakır siniye, sade yağ ve ceviz kullanarak evdeki büyük mangalda odun kömürüyle pişirdi. Mevsim kıştı, meyve olarak portakal elma, tatlı sucuk hazırlandı... Konuklar yer sofrasında oturdu. Akşam yemeğinden sonra Neo Klasik evimizin manzara dediğimiz büyük salona geçtiler. Faris amcanın mesleğinin dışında sosyal bir yaşantısı vardı. Boş zamanlarında şiir müzik, kaside okurdu.

Hafta sonlarında geceleri Mardin'e özgü sıra geceleri mahallede sırayla belli evlerde tertiplenirdi. Faris amca babamın tertiplemediği sıra gecelerinde evimizde "leylê" eğlencesinde bulunur, bir başka bir haftada diğer tanıdıklarının evlerinde sıra gecelerine benzer geceler tertiplerdi. Faris amca evine kimseyi davet etmezdi, çünkü kendi evinde huzuru yoktu. Faris amcanın söylediği klâsik müzik yerel dilde; bestelenen içli şarkının ritmi o gün o gecede söylenirdi, bu şarkı ezgilerini hiç bir yerde işitmedim. O tarihlerde ses kayıt cihazı yoktu, aradan uzun bir zaman geçti ama hiçbir müzisyenin o şarkıları söylediğini işitmedim. Bu toplantılar her zaman içkili olmazdı. Katılanlardan bazı kişiler muhafazakârdı, içki içmeyi günah sayardı. Sıra gecesinde içki dışında her şey vardı. Yemek ziyafetinden sonra müzikli eğlenceye başlardı ta gecenin geç saatlerine kadar şarkı söylenirdi."

II.5-UYGULAMA VE KURALLAR

II.6-GİYİM-KUŞAM

Leylêlerin özel giyim kuşamı yoktu. Herkes günlük kıyafetiyle katılırdı. Oyuncular ise birbirinin aynı giyinebilirdi. Günümüzde reyhanî acayip kalıplara sokuluyor. Reyhani'de puşu, şalvar, yelek, Harput'a ait sekiz köşe kasket yoktur. Harput Artukluları ile akrabaları vurgulamak isteyenler bu kasketi kullanmaya başlamış olabilir. Reyhani bir veya iki kişi tarafından oynanır. Reyhani'nin kendine özgü kıyafeti; beyaz gömlek, ütülü lacivert pantolon ve boyalı siyah ayakkabıdır. Reyhanî oynayayım derken acayip giysiler giyip, elini kolunu sallayarak, oturup kalkanları izlerken; Zeki Kelleci, Halil Özden(Esved), Cemil Yücesoy (Cem'e) ve Mahmut(Miho) Gökçeğlu'nu yad ediyor, rahmetle anıyoruz. (Hocaoğlu-2019)

II.7-YİYECEK-İÇECEK

Leylêlerde Mardin yemek kültürü de yaşatılıyordu. Sunumlar çiğ köfte ile başlar, et, bulgur ve pirincin harmanlandığı yemekler ve çerezlerle devam ederdi. Kadınların bulunduğu Leylêlerde

içki içilmezdi. Yemeklerde Arapların baharatlı et çeşnisi, Süryani mutfağının zarafeti, Kürt mutfağının doğallığı, Türk mutfağının harmanı dikkati çeker.(Şimdi²; 2025,129-130)

III. LEYLÊ MÜZİĞİ

III.1-MAKAMLAR

Mardin müzik kültüründe Divan vardır.

“Divan, müzikte en az üçer kıtalık şiirlerden bestelenen şarkıları tanımlar. Bu kıtalar birbirinden ara nağmelerle ayrılır. Her kıtanın başında genellikle "ah", "yar" gibi bir terennüm sözcüğü eklenir. Kitalardan biri yer yer ritimsiz okunacak şekildedir. Müzik kültürümüzde fasıl olmadığından diğerleri de makam icrasıdır. Mardin özgün müziğinde divanı'nın söylendiği, icra edildiği alanlardır.

Mardin müzik **Divan** kültüründe;

-Hüseynî Divanı, Mansurî Divanı, Nedimî Divanı, Hakimî Divanı, Varsağı Divanı vardır.

Diğerleri makam icrasıdır. Bu makam icralarının bazıları da;

-İbrahimî, Hadidi, Subbuhi, Oraybuni, Uşşak, Hüseynî, Neva, Baharzavi, Nedimi(Gerdaniye makamı) İbrahimi, Zengül, Tahir, Muhayyer makamlarıdır.

-Hicaz makamı ve türevleri önemli bir yer işgal eder Mardin müziğinde. Bu makamlar; Mansurî, Hicaz İstanbulî, Hicaz Halebî ve Hicaz Mısırfı'dır.

Mardin özgün müziği bu makamlarla kaim olmuş, oluşturulmuş ve geçmiş dönemde kayda alınmıştır. Daha sonra da düğünlerde, özel günlerde icrası yapılmıştır.

1958'lerde Mehmet Ürün'ün söylediği Mardin divan şarkıları, Sülo Ğaribo müzik lokalinde kayıt altına alınmıştır. Daha sonra bu kayıtlar Ankara radyosunda da yayınlanmıştır.

1970'lere kadar Mardin'de radyo yayınlarının olmaması Mardinlileri Arap radyolarına yönlendirmiştir. Sülo Ğaribo'nun; Ümmü Gülsüm, Abdulvahap, Nazım il Ğazalli, Fairouz gibi sanatçıları sürekli radyodan lokalinde çalınmasını sağlamış ve bu sanatçıların Mardinde tanınmasına vesile olmuştur. Mardin özgün müziği bu sanatçılardan da etkilenmiştir.

1800 yıllarında başlayıp 2000 yılına kadar yaklaşık 200 yıl süren Mardin müzik divanı Mardin'de çeşitli yerlerde kendine çalışma ortamı bulmuş ve buralarda icra edilmiştir.

Hemşerimiz ses ve beste yazarı Orhan Akdeniz işte bu müziğin etkisiyle eserlerini ortaya çıkarmıştır. Eserlerindeki derin acı ve özlem duyguları Mardin divanının bir yansımasıdır.

Kuşkusuz medeniyetleri ortaya çıkaran en önemli etkenleri yaşamın geleneksel kodlarıdır. Bu kodların en önemli parçası da müziktir.

Mardin medeniyetinin de özgün müziği ile yıllara, çağlara hitap ettiğini söyleyebiliriz.

Günümüze gelen Mardin özgün müziği öyküsü böyledir.” (Hocaoğlu; 2025)

Mardin’de radyo ile dinlenen Arap müziği etkisiyle bestelenen ve Leylêlerde icra edilen eserler içinde kuşkusuz en anlamlısı **Villeylê** şarkısıdır. Abdülvahap ve Ümmü Gülsüm’ün ünlü Elf Leylê Villeylê (1001 Gece) şarkısından esinlenerek derlenen bu şarkı kına gecelerinin en önemli müziğidir.

Damat evinde çalınan bu müziğin eşliğinde, damad çembere alınarak arkadaşları damatlık giysilerini giydirir, ardından serçe parmağına kınası yakılarak omuzlarda oynatılırdı.

Villeylê villeylê / Bu gece, bu gece
Yâ matyab’ıl leyle / Ne şendir bu gece
İşme û beyt’ıl heten / Damat evi mumları
Mo tıntifi’l leyle / Hiç sönmez bu gece

Villeylê şarkısı daha sonra salonlarda yapılan düğünlerde giriş müziği olarak icra edildi. Gelin evinde ise **Hinnê** türküsü eşliğinde mumları yanan kına leğeni ile sırayla oynanır, mumlar sönmeye yüz tutunca geline kına yakılır, mumlar dibindeki kınayla bekârlara dağıtılırdı.

III.3-İCRACILAR

1950’li yılların Mardinli ünlü ses ve saz sanatçıları Kermo İz-Zeyid/Abdulkerim Atasayar, Hafız Abde/Abdurrahman İnan, Hafız Kemal Heve/Hava, Tuma Tüfenkçi(Keman)-Zeki-Cemil Tüfenkçi/Mıksi Rezzuk Grubu, Edip Seeçi/Gürdal (Cümbüş), Fehmi Şuha(Kanun), Imhemmed’ıl Akr’â/Mehmet Ürün, Zeki Kelleci/Samura (Def), H. Necati Elveren, Fikri Şebo, Mihail, Corc Kırılmaz, Ammo Hılê-Abdulhalim Karacaer (Keman), İsmail Melle Refik/Bilgiçoğlu (Kanun), Sılâh Çi’lıko/Selahattin Ayan (keman), Kemal Ayan (darbuka), Mehmet Biçkıoğlu (cümbüş), İsmail Tayre-İçen (Keman), H. Necati Elveren (cümbüş), Aziz Olgaç (cümbüş), Ekrem Köle (cümbüş), Cırcıs Ğeco(Keman), Corc Eriyer (cümbüş) Yusuf Neceğ (Darbuka) Hemmed Leylokê (Def), Hiso iccidi, Mehmet Biçkıoğlu bize büyük bir müzik mirası bıraktılar. Günümüzde Abdülkerim Çuha, Hasan Çuha, Semir Ortaç, Zeyni Çakmak, Veysi Ürün, Şehmus Alparslan hem saz, hem de okuyucu olarak Mardin musıkîsini yaşatmaya çalışıyorlar.



Resim : Selâhattin Ürün arşivi

Mardinliler Mansurî makamını Ebu Âziz (Mehmet Ürün)'den; Hakimî makamını Hafız Abde'den, Hüseyinî makamını Kermo Izzeyî'den; Malayya'ları Fikri Şebo'dan, Külli Mahmut'tan; keman sesini Tume Mıksirezzuk (Tüfenkçi), Hile, İsmail Tayre, Cerciş Haço'dan; bülbül gibi şakıyan kanun sesini Fehmi Şuha ve öğrencisi İsmail Mellerefik'ten, Mehmet Kebedi'den; cümbüş sesini Edip Isseci (Gürdal), Cemil Mıksirezzuk'tan, Necat İccımbişçi (Elveren)'den, Aziz Ortaç'tan, Corç Kırılmaz'dan; ud sesini Said Afacan'dan; Reyhani oyununu tefçi Zeki İlkelci'den; Halâk derlemesini Mihayil'den, oryantal keman sesini Zeyni Tal'o, tek başına orkestra olan Sılâh Çı'lıko'dan; ritimleri Veysi Ürün, Ekrem Köle, Mehmet Koluman, Zeki Mıksirezzuk, Mehmet Neceğ, Halil Sefero'den dinlemeyi çok severdi. (Ürün; 2025)

III.4-OYUNLAR

Leylêde icra edilen raksların her birinin ayrı hikâyesi olup, çoğu ağır bar/zeybek havasındadır. Genelde eşliğinde oynandığı şarkının adını taşır. Halk oyunlarının başlıcaları şunlardır: Beyn id-develi, Bablekân, Botanî, Cantsu, Cenbelli Ağa, Çeçânî, Çepikli, Çiftetelli, **Dalâl**, Dik Oyun, Dizo, Esmerim, Govend, **Güle**, Haddino, Haftano, Halay, Hat Matar, Hinnê, Hırpanî, Hurse, Keçikâni, **Kemalim**, Kemanbazo, Kesirteyn, Koçere, Koşari, Lorke, Malaya, Mamır, Meryeme, Muhabbet, **Oğuzlu**, Ondörtlü, Raksıl Havanım, Rihani-Bişaro, **Sabiha**, Sâmbra, Segavi, **Şevko**, Torivan, Üç kırma, Zeyzo.

Reyhanî bu oyunların içinde ayrı bir yere sahip olup, düğünler, törenlerde, tanıtım etkinliklerinde icra edilen 930 yıllık bir geleneğin şarap gibi yıllanmış değeridir.

Mardin ve yöresi oyunlarındaki temel figürler; çömelip doğrulma, titreme şeklindedir. Çökmeler iki şekildedir; bağlı çökme (eller bağlı olarak çökülür), bağısız çökme; eller açık olarak çökülür. El vurma figürleri toplu ve tek olarak gözüktür. Dönme figürleri ani dönme, kerteli dönme, toplu dönme, tek dönme şeklindedir. Halk oyunlarında görülen model, sıra, halka, karşılama ve nokta modelidir. Sıra biçiminde göze çarpan unsurlar düz dizi, eğri dizi, paralel dizi ve kopuk dizi olmak üzere dörde ayrılır. Hareket biçimi ise tek, çift ve karma yönlü olmak üzere üç şekildedir.

Leylê etkinliği çocukluğumuzun en önemli ve heyecanlı etkinliğiydi. Askere gidiş veya dönüş, adak ve düğünlerin kına gecesinde düzenlenen bu etkinlik Mardin’de önemli bir sanat icrası sayılırdı. Bugün konsere gidenleri saran bir heyecan ile yazın damlarda, kışın manzaralarda icra edilen bu özel geceleri konu komşu rahatça izler veya dinler, sabah namazına kadar keman ve kanun nağmeleri arasında uyurduk.

Erkekler arasında düzenlenen Leylêlerde Uşşaklar (mutribler-müzisyenler) etrafa yayılan anason kokusuyla keyf içinde sanatlarını icra ederken, mekânda bulunanlar da onlara eşlik ederek, yerine göre solo ve koro halinde çok sesli müziği icra ederlerdi. Tanınmış Uşşakların konsere dönüştürdüğü kına geceleri ise, genelde Reyhanî ile biterdi.

Erkeklerin Leylêlerine karşılık, kadınlar da Derdibaba (Dertli Baba) düzenlerdi. Çoğu adak olarak yapılan bu gündüz eğlencesinde, yeşil mercimekli pirinç pilâvı pişirilip, bir lengere konarak üzerine renkli şeker serpilir, mum dikilirdi. Sırayla halka yapan oyunculardan biri leğeni iki avuçla başının üzerinde döndürüp oynardı. Kimse davet edilmeden yerinden kalkmazdı. Kendiliğinden oyuna dalanlar hafif sayılırdı. Derdibaba eğlencelerine genelde tanıdık uşşaklardan başlıbaşına bir orkestra gibi tüm çalgıları kullanan kemanî Selâhattin Ayan ve ekibi çağırılırdı. Oyun sonunda lengerdeki pilavdan herkese bir kap-kaşıkla dağıtılır, ezan veya çan sesi duyulduğunda eğlence biterdi.

IV. LEYLÊNİN GÜNÜMÜZDEKİ DURUMU

IV.1-Evler

Mardin’de evlerin çoğunda bir çalgı aleti bulunduğunu vurgulayan Sabahattin Yücesoy o güzel günleri şöyle anlatır:

“Akşamları aile misafirliklerinde cümbüş, keman, ud, darbuka eşliğinde kısa fasıllar yapılır, buna **pesteye** denilirdi. Ekibimiz kemanda Uz.Dr.Haluk Yücesoy, amcası ayakkabıcı Enver Yücesoy, halen İzmir’de yaşayan kızı Şükran Yücesoy, udi Sekine Yücesoy, solist aynı

zamanda cümbüşüyle Fikri Farukoğlu(Yücesoy), darbukatör ve fiske, zılgıt(helhil) ekibinden oluşurdu. Tabii bunlar içkisiz, samimi dost ve aile meclisinde olurdu.”

Halen Mardin müziğini uduyla çok güzel terennüm eden eğitimci Şükran Yücesoy da evdeki leylêleri şöyle anlatır:

“Bizde her gün toplanılırdı. Babam Enver Yücesoy, amcam Fikri Farukoğlu ve yakınlarımız bir araya gelince mutlaka müzik icra ederlerdi. Rahmetli babam cümbüş, ud, keman ve kanun çalardı. Amcam da keman ve ud çalardı. Ses olarak ailenin tümü hemen hemen güzel sese sahiplerdi. Beste olarak hatırlamıyorum, ama dayım Rıfat Yücesoy arapça ile bir şarkıyı yarım saat okuyabiliyordu. Özellikle “Hubbu Alla Letkulun Suade kil metit” (dalal) şarkısında bayağı sözleri kâfiyelerine dikkat ederek söylerdi.

Yetiştirdikleri sanatçılarla ünlü Yazgan Ailesinin büyük kızı Yıldız Yazgan, evlerinde her gün çalgı çalındığını hasretle anlatır.

“Dedem müzik ve eğlenceyi çok severdi, anneme yedi yaşında özel ud hocası tutmuştu. Akşam işten geldiği zaman yemekten sonra bir iki kadeh içki içerken, annem ona ud çalardı. Çocukluğumda annemlerde her gün müzik eğlence vardı. Rahmetli erkek kardeşime de öğretmişti. Süt kardeşimiz vardı, oda anneme kemanla eşlik ederdi. Çalgı sesini duyan komşular her gün gelir, oynarlardı Birisi de dansöz kıyafeti giyip oynardı Arapça Sabiha, hınnê, alasforiye şarkıları söylenirdi. Türkçe kadifeden kesesi, ada sahilleri bir dalda iki kiraz, fikrimin ince gülü, yar saçları lüle lüle gibi bir sürü şarkılar söylenirdi. Tanıdıklar her gün bizde düğün var zannediyorlardı, o günleri çok özledim.”



Yücesoylar ve İşşekler- Şükran Yücesoy arşivi.

Günümüzde Cumhuriyet Meydanı ve Eski Kız Meslek Lisesinin merdivenlerinde sokak çalgıcılarının katılımlarıyla, “Sokak Sağıklaştırılması Projesi” kapsamında “Müzikli Saatler”,

restorasyonu yapılan Kermozade Konağında ise, “Avluda Fasil” etkinlikleri düzenleniyor. Şehrimize dışarıdan gelen misafirlerimiz, kendilerini müzikli ve neşeli bir ortamda bulmaları sağlanıyor.

IV.2-Turistik Yerler

Mardin’in somut olmayan kültürel miras öğelerinden biri olan geleneksel Mardin Müzik Kültürü’nü yaşatma ve tanııtma amacıyla birkaç yıldır Mardin Müzesi bünyesinde gerçekleşen Leyli Müzik Oturumları ile canlandırılıyor. Yurtiçi ve yurt dışı etkinliklere katılan ekipler büyük ilgi görüyor.

Geçmiş yıllarda Saddam döneminde Bağdat Festivali’nde, Hasan Çuha Reyhani ekibiyle Florans Orundaş, Rekaseler ve saz sanatçılarımızın Reyhani icrası büyük ilgi gördü. Canlı yayınla bütün ülkelerde tanıtılan oyunda; Hasan Çuha, A.Kerim Çuha; Kemanda Ekrem Cihaner, Hıdır Yücesoy, Kanunda Ö.Faruk Gültaşlı, Ğani Bilgicioğlu, Ud’da Sabahattin Yazgan, Ritim sazda Yasin Tırpan; Bağlamada Ahmet Salarvan, Şehmus Şıran, Hasan İldoğan, Şehmus Başaran büyük ilgi gördüler. Bu başarı daha sonra başka ülkelerde de tekrarlanınca Reyhani turizmin gözdesi oldu. (Cihaner; 2025)

Reyhani’nin tanınmasında büyük rol oynayan Mardin Valisi M.Temel Koçaklar eşiyile birlikte Reyhani’yi o denli çok seviyordu ki; Muğla Valiliğine atandığında Reyhani’yi Dalaman Havaalanında çaldırma sözü verdi. (Hocaoğlu; 2019) Halen İzmir’de yaşayan Vali Koçaklar, Mardinlilerin etkinliklerine katılarak Reyhanî keyfini yaşıyor.

Mardin’in değerlerinden, MARDAV Başkanı Avukat Remzi Yedikardeş, İstanbul’da düzenledikleri leyle hakkında şu bilgileri verdi:

“Mardin’imizin en güzel Müzikli leylelerini Rahmetli Şakir Kamar organize ediyordu. Buna Kermo Zeyid, Hafız Abde, Mıksı Rezzuk, Tume, Tal’o, Edip Gürdal ve diğer üstadlar katılıyordu.. Bu leyleler teype kaydediliyordu. Biz de İstanbul’da benzer leylêleri düzenledik. Mardinli müzisyenler ve sanaçılar eşliğinde, çiğ köfte, sembusek ve meyve ikramlı. Bahçelievler belediyesi tarafında tahsis edilen ve Urfa sıra gecesi tarafından donanımı yapılan bir mekânda icra ettik. Organizasyonunu ben yaptım”

Leylêlerin organizasyonunda önemli rolü olan, Ankara’dan gelen siyasiler için acil Leylê düzenleyen Sülo Ğaribo’nun büyük kızı Sabahat Akgeyik, çocukluğunun en mutlu anlarını şöyle dile getirdi:

“Annemin babası yani dedem İsmail Bilgiçoğlu ve babam Süleyman Akgeyik ikiside muhabbet ve müzik adamıydı. Babamın çevresi de böyleydi, Öğretmenler Lokalini işletiyordu ve çoğu leylelerin kayıtları lokalde yapılıyordu. Çünkü kayıt için pikap ve teypi ilk babam alırdı. Dedem

İsmail Bilgiçoğlu kanun sanatçısıydı onların evinde de sık leyle düzenlenirdi. Yemekler eşliğinde sabahlara kadar müzik icra ettiklerini bilirim. onun için Kermo Zeyit, Tüme Tüfekçi, Hemet Akrak Edip Gürdal ve ismini sayamadığım muhteşem ahlâka sahip insanlarla büyümek ayrıcalıktır, o yüzden bütün sanatçı ve sanat ruhlu insanlara hayranım.”



Fehmi Şuha, öğrencisi İsmail Melle Refik, Zeki Kelleci Reyhanî oynarken(A:Dirier arşivi)

IV.3-ABD’de Düğün Marşı

Leylênin yıldızı Reyhanî ABD-Chicago şehrinde yaşayan Mardin’in tanınmış ailelerinden Tamçelik’lerin kızı Bahtışen Tunca’nın kızı Gizem Tunca-Troy Nutter çiftinin düğününde Giriş Marşı olarak çalınıp gelin ve damadın uyumlu oyunuyla konukların büyük ilgisini çekerek büyük sükse yaptı. Sadece Türkiye’de Düğün Marşı olarak çalınan La Cumparsita/Komparsita tangosu yerine Reyhanî’nin giriş marşı olarak icrası tüm Mardinlilerin görevi olmalı.

Gizem Tunca&Troy Tucker
Reyhani oynarken
Resimler: Bahtışen Tamçelik Tunca arşivi



V. SONUÇ

Geleneksel kültürün kuşaktan kuşağa aktarıldığı, gençlerin sosyalleştiği özel geceler asırlar boyu birlik ve beraberliği pekiştirdi. Selçuklu Sultan Berkayaruk'un şakııcısı Mugannim'in Mardin'in mistik görünümünden etkilenip şehre Vali olmasıyla 1096'dan itibaren, Süryani, Ermeni, Yahudi, Şemsi, Yezidi, Arap özelliklerine sahip eğlence kültürü, Türk kültürü ile harmanlanarak, kurallı ve etkileyici bir harmoniye dönüştü. Leylê denilen gecelerde kaledeki saraydan bedene kadar taşan nağmeler her yeri şenlendirdi. Sazlar Selçuklu ve yerel müzikten farklı ritm ve nağmelerle coşup taşarken, diğer yörelerdeki kısıtlamaların aksine musıkî hoşgörü içinde icra edildi. Artuklular Dönemi'nde her yönden zirveye ulaşan Mardinli sanatçılar Mısır'a kadar her yerde el üstünde tutuldu. Mardin ve çevresine hâkim olan diğer Türk Devletleri de Artuklu Kültürünü koruyarak XX. yüzyıla dek taşıdı.

1980'lerde eğlence kültürü de darbe yiyerek, Dost Meclisleri ve Ailelerin geleneksel anlamda eğlenmemeleri Mardin'de Leylêlerin zamanla önemini yitirmesi ve ortadan kalkmasına yol açtı. Leylê Urfa'da Sıra Gecesi adıyla popüler hale gelmişken Mardin'de unutulmaya yüz tutması, o yılları yaşayan kuşakları çok üzdü. Mardin ile özdeşleşen Reyhanî Oyunu ve müziğinin gurbetteki Mardinlileri birleştirmesi ve şehrin asıl kültürünü yansıtması, Mardin'e ilgiyi artırarak turizmde öncü olmuş, açık müze şehrin yiyecek içecek kültürünün özgünlüğüyle özel gecelerde yaşatılmasını sağladı. Böylece Leylêler eskisinden daha canlı bir şekilde asıl mekânına kavuşarak tarihsel süreçte yerini aldı. Leylênin yıldızı Reyhanî ABD'de Mardinli Gizem C. Tunca-Troy Nutter çiftinin düğününde Giriş Marşı olarak çalınıp uyumlu oyunla konukların büyük ilgisini çekerek büyük sükse yaptı.

Mardin kültürü her yönden önemlidir. Kurallarına göre yaşatmak, kuşaktan kuşağa aktarmak her Mardinlinin görevi olmalıdır. Leylê ile özdeşleşen Reyhanî; asilâne bir şekilde yaratıcıya bereket için dua etme, sevgisini gösterme figür ve mimikleri, hasad yaparcasına kıvrana kıvrana yavaşça yere çökerek diz vurmayla, verdikleri için Tanrıya şükretme ve sadakat yeminini ve sonu temsilen fiske/faksa ile sonlanır. Ritüel halinde icra edilen oyunu oryantel ve halay gibi oynayanlar kurallarına uymayacaksa lütfen oynamasın. Unutulmasın ki, "Mardin Müzikte En Anlamlı Makam"dır.

LEYLÊ

Gönlümde nice uzun gecelerin nağmeleri çınlar,
Andıkça maziyi yüreğimi efkâr basar, içim sızlar.
Dillenir kanun, keman sesinde ölümsüz sevdalar,
Ömür tükenir, vuslat yaklaşır, ruhu tevekkül sarar

Yaralı gönlümde Mardin leylîsi sürer fecre kadar.



Leylî-Davut Oral arşivi



İşşak-Kenan Gürdal arşivi

KAYNAKÇA

- 1001 İcat-Dünya İslâm Mirası, Editör: Salim TS Al Hassani, Yrd. Ed. Talip Alp-Salim Aydüz,
Çev: Salih Tahir, Sabah Yay. İstanbul-2010:16-17,316.
Gülnaz Ateş : “Anadolu'nun Büyük Mühendisi |El-Cezeri”
<https://www.elektrikport.com/makale-detay/anadolunun-buyuk-muhendisi--elcezeri/4354#ad-image-0>
Tomas Çerme : Artuklular Döneminde Mardin'in Türkleşmesi, Artuklular-I, Editör:
İbrahim Özcoşar, s.345-368, Mardin Valiliği-2007: 349-3500.
Ferit Develioğlu : Osmanlıca-Türkçe Ansiklopedik Lûgat, Doğu Matbaası, Ankara-1970
Ayten Başabaş Dirier – Cemil İnan : “Reyhani Oryantelleşmiş Bir Zeybektir” Şehir Tarihi Yazarları,
Editörler: Ömer Bozkurt, Mehmet Tuğrul, Yahya Aydın, s.441-462, MAÜ Yayınları, Mardin-2021
https://www.researchgate.net/publication/377224636_Reyhani_Oryantallesmis_Bir_ZeybektirPDF |
On Mar 1, 2021, Ayten Başabaş Dirier and others published Reyhani, Oryantalleşmiş Bir Zeybektir |
Ali İPEK: İslâm Coğrafyacılarının Gözüyle Artuklu Merkezleri, Artuklular-II, Editör:
İbrahim Özcoşar, Mardin Valiliği, 2007
Semih Hocaoglu: “Mardin Müziği” Mardinsöz, 8.8.2025
Semih Hocaoglu : “Mardin’de Yerel Müzik ve Yerel sanatçılar” Mardinsöz, 29.9.2019
Candan Nemlioğlu: El-Cezeri’nin ‘El-Câmi’ Beyne’l-İlmi Ve’l Ameli’n-Nafi Fi Sina’ Atı’l-Hiyel’
Adlı Kitabının Türkiye’deki Nüshalarından İkisinin Sanatsal Değeri, Artuklular-II,
Editör: İbrahim Özcoşar, s.41-43, Mardin Valiliği, 2007, s. 1-.
Mehmet Talat Şimdi : Mardin-Taşın Kadim Mirası ve Medeniyetlerin İzleri, İzmir-2025
Mehmet Talat Şimdi : Mardin Hoşgörünün Kalbi, Renklerin ve Lezzetlerin Şehri, İzmir-2025
Osman Turan : Selçuklular Tarihi ve Türk-İslâm Medeniyeti, 3.baskı, İstanbul-1980
Recep Uslu: Selçuklu Topraklarında Müzik, Konya, 2010
Timur Vural, "Büyük Selçuklularda Nevbet Geleneği", Journal of Academic Social Science Studies,
2012 s. 6, s. 565
Görüşülen kişiler:
Sabahat Akgeyik; 2025
Adnan Avuka; 2024
İzzettin Bayraktar; 2025
Ekrem Cihaner ; 2025
Kenan Gürdal ; 2023-2025
Hıdır Sümer; 2025
Selâhattin Ürün; 2024-2025
İbrahim Yüksel; 2023

THE RELATION BETWEEN NOSTALGIA, EMPATHY, ATTACHMENT AND FACIAL EMOTION CATEGORISATION

Dr. İrem Yılmaz-Özdemir

Çukurova Üniversitesi

ORCID:0000-0002-8477-0891

Prof. Tim Wildschut

University of Southampton

ORCID: 0000-0002-6499-5487

Dr. Erich W. Graf

University of Southampton

ORCID: 0000-0002-3162-4233

ABSTRACT

Nostalgia is a sentimental longing for one's past, and it is a fundamentally positive feeling, which includes personal experiences and social bonds. Previous research has shown that nostalgia is related to greater empathy, and, separately, that empathy is a potential enabler of emotional face categorisation by promoting the recognition of emotional cues in facial expressions. In the present study, the hypothesis is that nostalgia, by virtue of its link with empathy, is associated with emotional face processing. In Experiment 1, we tested the impact of experimentally induced nostalgia on emotional face categorisation, and examined the relation between nostalgia proneness, empathy, and face processing. Participants first completed trait measures of nostalgia proneness. After recalling either a nostalgic or ordinary memory, they performed an emotional face categorisation task, followed by measures of empathy. The results were partly supportive. Participants in the nostalgia and control conditions did not differ in terms of their ability to detect changes in the intensity of targets' emotional expressions, and the precision of their estimates. Nostalgia proneness, on the other hand, was related to the detection of changes in intensity and the precision of the estimates. This association between nostalgia proneness and the certainty of perceived emotion detection was mediated by empathy. In Experiment 2, we further examined mediators of the relation between nostalgia proneness and emotional face processing, including affective, cognitive, trait empathy and attachment security. Although we found significant relationships separately, our results indicate that neither empathy nor attachment security mediated the relationship between nostalgia proneness and emotional face categorisation.

Keywords: nostalgia, cognitive empathy, affective empathy, emotional face categorisation

NOSTALJI, EMPATİ, BAĞLANMA VE DUYGUSAL YÜZ SINIFLANDIRMASI ARASINDAKİ İLİŞKİ

ÖZET

Nostalji, bireyin geçmişine yönelik duygusal bir özlem hissidir ve genellikle olumlu bir duygusal ton taşır; kişisel anılarla olduğu kadar sosyal bağlarla da iç içedir. Önceki araştırmalar,

nostaljinin daha yüksek empati düzeyiyle ilişkili olduğunu ve empatinin, yüz ifadelerindeki duygusal ipuçlarını tanımayı kolaylaştırarak duygusal yüz sınıflandırmasını destekleyebileceğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada, nostaljinin empatiyle olan bağlantısı aracılığıyla duygusal yüz işlemeyle ilişkili olabileceği hipotezi sınanmıştır. Deney 1’de, deneysel olarak uyarılmış nostaljinin duygusal yüz sınıflandırması üzerindeki etkisi incelenmiş; ayrıca nostalji eğilimi, empati ve yüz işleme arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Katılımcılar önce nostalji eğilimlerini ölçen bir ölçek doldurmuş, ardından nostaljik ya da sıradan bir anıyı hatırlamaları istenmiştir. Daha sonra duygusal yüz sınıflandırma görevini tamamlamış ve empati ölçeklerini yanıtlamışlardır. Bulgular kısmen hipotezi desteklemiştir. Nostalji ve kontrol koşullarındaki katılımcılar, yüzlerdeki duygusal ifade yoğunluklarını ayırt etme becerileri ve tahminlerinin kesinliği bakımından anlamlı farklılık göstermemiştir. Bununla birlikte, nostalji eğilimi hem duygusal yoğunluk değişimlerini algılama hem de tahminlerin doğruluğuyla anlamlı biçimde ilişkili bulunmuştur. Ayrıca, nostalji eğilimi ile duyguların algısındaki kesinlik arasındaki bu ilişki empati tarafından aracılanmıştır. Deney 2’de, nostalji eğilimi ile duygusal yüz işleme arasındaki ilişkide rol oynayabilecek değişkenler, duyuşsal empati, bilişsel empati, kişilik özelliği olarak empati ve bağlanma güvenliği, daha ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Her biri ayrı ayrı anlamlı ilişkiler göstermiş olsa da, sonuçlar ne empatinin ne de bağlanma güvenliğinin nostalji eğilimi ile duygusal yüz sınıflandırması arasındaki ilişkiyi aracıladığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: nostalji, bilişsel empati, duyuşsal empati, duygusal yüz sınıflandırması

SÖYLEMLER VE TEMSİLLERİN GÖLGESİNDE 12 GÜN SAVAŞI**Dr. Öğr. Üyesi Artun DİNÇ**Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sosyal Hizmet Bölümü, 29100 Bağlarbaşı,
Gümüşhane Merkez**ORCID ID:** 0000-0001-9942-4847**ÖZET**

Bu çalışmanın amacı, İsrail ve ABD'nin İran'a karşı açtıkları "12 Gün Savaşı"na ilişkin inşa edilen *temsil* ve *söylemleri* eleştirel açıdan ele alarak konunun çok boyutluluğunu görünür kılmak ve geleneksel basitleştirmelere meydan okumaktır. Çalışmada *temsil* kavramı Henry Bergsoncu, *söylem* kavramı ise Michel Foucaultcu anlamda işevuruk hale getirildi.

Çalışmada *nitel araştırma modeli* kullanıldı. Veriler, 1 Temmuz 2025 ile 10 Ekim 2025 tarihleri arasında konuyla ilgili basılı, işitsel ve görsel medyanın yanı sıra, ilgili sosyal medya hesaplarının taranmasıyla toplandı. Bulgular toplanan verilerin nitel içerik ve söylem analizinden elde edildi.

Bulgular savaşın yalnızca askeri bir çatışma değil, aynı zamanda medya, söylem ve temsil düzeylerinde yürütülen çok boyutlu bir mücadele olduğunu gösterdi. Tarafların, *kahraman*, *kurban*, *saldırgan* ve *mağdur* rollerini kendi ideolojik çerçeveleri ve stratejik hedefleri doğrultusunda inşa ederek kamuoyunu manipüle ettikleri; medya sansürü ve bilgi kontrolü yoluyla alternatif anlatı ve temsillerin önünü kestikleri gözlemlendi. İsrail, savaşı "önleyici saldırı" ve "özgür dünyayı savunma" söylemleri üzerinden meşrulaştırırken; İran, "milli birlik", "direniş" ve "şehitlik" temsilleriyle anlamlandırdı. Şehirlerde ve gündelik yaşamın ortasında gerçekleşen bu savaşta, *kahramanlık* ve *şehitlik* gibi klasik savaş temsillerinin yerini *gündelik yaşamın sıradan kurbanlarının* aldığı yeni bir temsil biçimine tanıklık edildi.

Sonuç olarak toplumsal algı üzerinde etkili olan üç baskın söylem tespit edildi: savaş çıkırtkanlığı, milliyetçi-devletçi söylem ve bağımsız taraflarca inşa edilen "eleştirel üçüncü anlatı".

Anahtar Kelimeler: On İki Gün Savaşı, Temsil, Söylem, Gerçeklik.**THE 12-DAY WAR IN THE SHADOW OF DISCOURSES AND REPRESENTATIONS****Abstract**

The aim of this study is to critically examine the representations and discourses constructed around the "12-Day War" launched by Israel and the US against Iran, to reveal the multidimensional nature of the issue, and to challenge traditional simplifications. In this study, the concept of *representation* was operationalized in the Henry Bergsonian sense, and the concept of *discourse* was operationalized in the Michel Foucauldian sense.

A qualitative research model was used in the study. Data were collected by scanning print, audio, and visual media related to the subject, as well as relevant social media accounts, between July 1, 2025, and September 20, 2025. Findings were obtained from qualitative content and discourse analysis of the collected data.

The findings revealed that the war is not only a military conflict but also a multidimensional struggle conducted at the levels of media, discourse, and representation. It was observed that the parties manipulated public opinion by constructing the roles of *hero*, *victim*, *aggressor*, and *bedeviled* according to their own ideological frameworks and strategic objectives; they blocked alternative narratives and representations through media censorship and information control. Israel legitimized the war through the discourses of “preemptive strike” and “defending the free world,” while Iran gave it meaning through representations of “national unity,” “resistance,” and “martyrdom.” In this war, which took place in cities and in the midst of everyday life, a new form of representation emerged, where the classic representations of war, such as *heroism* and *martyrdom*, were replaced by the *ordinary victims of everyday life*.

In conclusion, three dominant discourses were identified as having an impact on social perception: warmongering, nationalist-statist discourse, and the “critical third narrative” constructed by independent parties.

Keywords: 12-Day War, Representation, Discourse, Reality.

1. GİRİŞ

Haziran 2025’te on iki gün süren İsrail–ABD–İran çatışması, yalnızca bölgesel bir askerî kriz değil, aynı zamanda çağdaş dünyada “gerçekliğin inşası”nın nasıl işlediğine dair bir laboratuvar işlevi görmüştür. “12 Gün Savaşı” olarak anılan bu süreç, savaşın geleneksel anlamını dönüştüren, askeri alanın ötesine geçerek dijital medya, semboller, imgeler ve dil üzerinden yürütülen çok katmanlı bir mücadeleye dönüşmüştür. Bu yönüyle söz konusu savaş, yalnızca bomba ve füzelerin değil, aynı zamanda temsil ve söylemlerin çarpıştığı bir “anlam savaşı” niteliği taşımaktadır.

Bu çalışma, söz konusu savaşın fiziksel alanla sınırlı kalmadığını; aksine medya, sosyal ağlar, uluslararası diplomasi dili ve gündelik yaşam temsilleri aracılığıyla sürekli yeniden üretildiğini ileri sürmektedir. İsrail ve ABD cephesinde geliştirilen söylemler, saldırıyı “önleyici savunma” ve “özgür dünyanın korunması” çerçevesinde meşrulaştırırken; İran tarafında ise söylem “mukaddes vatan savunması”, “emperyalizme karşı direniş” ve “şehitlik onuru” etrafında şekillendi. Bu iki hegemonik söylemin gölgesinde, bağımsız medya organları ve sivil aktörlerin

geliştirdiği üçüncü bir anlatı biçimi ise, savaşın görünmeyen yüzünü — sivil kayıpları, gündelik yaşamın yıkımını ve epistemik şiddeti — görünür kılmaya çalıştı.

Bu *çalışmanın temel amacı*, “12 Gün Savaşı”nın yalnızca askeri-politik değil, aynı zamanda *epistemik bir savaş* olduğunu göstermektir. Bu bağlamda “temsil” (representation) ve “söylem” (discourse) kavramları, başta Henry Bergson ve Michel Foucault olmak üzere Norman Fairclough, Teun Adrianus van Dijk, Stuart Hall, Roland Barthes ve Judith Butler’ın kuramsal çerçevelerinden hareketle ele alındı. Bergson’un sezgisel bilgiye ve doğrudan deneyime yaptığı vurgu, savaşın temsillerinin duygusal ve sezgisel etkilerini kavramak açısından önemlidir. Foucault’nun söylem ve iktidar ilişkileri üzerine geliştirdiği analiz ise, savaşın dilsel düzlemde nasıl düzenlendiğini, hangi anlamların dışlandığını ve hangi gerçekliklerin meşrulaştırıldığını anlamak için kullanıldı.

Bu *çalışmanın özgün değeri*, “12 Gün Savaşı”nı sadece jeopolitik bir çatışma olarak değil, aynı zamanda *bilgi üretimi, duygu rejimleri ve medya aracılığıyla kurulan çoklu gerçeklikler* bağlamında incelemesidir. Çalışma, savaşın dijital çağdaki doğasını anlamak için “temsillerin bedensizleşmesi”, “söylemlerin tekelleşmesi” ve “seyirci öznenin ortaya çıkışı” gibi yeni kavramsal kategoriler önermektedir.

Araştırma sorusu: 12 Gün Savaşı’nda taraflarca inşa edilen söylem ve temsiller, savaşın gerçekliğini nasıl yeniden kurmuş; bu yeniden kurma süreçleri, kamusal algı ve ahlaki sorumluluk üzerinde hangi etkileri yaratmıştır?

Bu soruya yanıt ararken çalışmada, *eleştirel söylem analizi (ESA) tekniği* kullanılarak savaşın söylemsel haritası medya ve sosyal medya verileri üzerinden çıkarıldı. Böylelikle savaşın yalnızca askeri bir olgu değil, aynı zamanda bir “anlam üretim rejimi” olarak işlediği ortaya kondu.

Çalışmanın yapısı: İzleyen bölümde Bergson, Foucault, Fairclough, van Dijk, Hall, Barthes ve Butler’ın yaklaşımları ışığında “temsil”, “söylem”, “eleştirel söylem çözümlemesi” ve “yaralanabilir bedenler” kavramları tartışılarak kavramsal çerçeve oluşturulmaktadır. Üçüncü bölümde araştırma yöntemi, veri toplama teknikleri ve analiz süreci açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde bulgular ve çözümlemeler sunulmakta, beşinci bölümde ise tartışma ve sonuçlara yer verilmektedir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Söylem, İktidar ve Hakikat Rejimleri

Bu çalışmanın kuramsal eksenlerinden birini, söylemin yalnızca dilsel bir yapı değil, aynı zamanda *iktidarın bilgi üretim biçimi* olduğunu ileri süren Foucaultcu perspektif oluşturur.

Foucaultcu (1977a, 1980) bakış açısından değerlendirildiğinde savaş, yalnızca silahlı bir çatışma değil, aynı zamanda “hakikat” üzerinde verilen bir mücadeledir. Bu bağlamda “12 Gün Savaşı”, gerçekte yaşanan olayların çok ötesinde, tarafların birbirine rakip söylemler aracılığıyla gerçekliği yeniden inşa ettiği bir *söylemsel savaş alanına* dönüşmüştür.

Fairclough’un (1992, ss. 25-36) “eleştirel söylem çözümlemesi” yaklaşımı, dilin ideolojik içerimlerini çözümleyerek, hangi aktörlerin hangi söylemsel stratejilerle meşruiyet ürettiklerini görünür kılmayı kolaylaştırır. van Dijk’in (2008, s. 105) “ideolojik kare” modeli ise medyanın dost/düşman, biz/onlar gibi ikili karşıtlıklar üzerinden toplumsal kutuplaşmayı nasıl inşa ettiğini açıklar.

Bu kavramsal çerçeveye doğrultusunda çalışma, İsrail, ABD ve İran’ın savaş boyunca oluşturdukları söylemleri —özellikle “önleyici saldırı”, “direniş”, “uluslararası işbirliği”, “uluslararası hukuk” gibi temalar üzerinden— ideolojik konumları bağlamında analiz eder.

Temsil, İmge ve Anlamanın İnşası

Hall’ın (1997) temsil kuramı, anlamanın dil, görsellik ve kültürel kodlar aracılığıyla üretildiğini savunur. Hall’a göre, medya görüntüleri ve siyasi metinler, yalnızca olayları aktaran değil, aynı zamanda *gerçeği kurgulayan* araçlardır. “12 Gün Savaşı” süresince özellikle televizyon yayınları, sosyal medya paylaşımları ve devlet açıklamaları, genellikle savaşın kendisini değil, onun “nasıl görünmesi gerektiğini” temsil ettiler.

Barthes’ın (1972, s. 26) mit çözümlemesi, savaş imgelerinin nasıl “doğal” ve “kaçınılmaz” gösterildiğini çözümlemek için kullanıldı. Örneğin İsrail söyleminde “önleyici saldırı” imgesi, saldırgan eylemleri ahlaki bir zorunluluk olarak yeniden kodlayıp göstermektedir. İran söyleminde ise “direniş” miti, ölüm ve yıkımı anlamlı bir “şehadet” ve “fedakârlık” ritüeline dönüştürür.

Butler’ın (2009, ss. 1-32) “yaralanabilir bedenler” kavramı ise, savaşın medyatik temsillerinde hangi yaşamların “yas tutulmaya değer” sayıldığını sorgulamak açısından kavramsal bir dayanak sunar.

Bergsoncu Süre, Algı ve Hafıza

Bergson’un (1911/2014, ss. 8-26) “süre” (durée/duration) kavramı, savaşın zamansal deneyimini analiz etmekte kullanılmıştır. Bergson’a göre zaman, lineer değil, bilinçte yoğunlaşan ve duygusal olarak katmanlaşan bir akıştır. 12 Gün Savaşı’nın kısa süresi, tam da bu yoğunluk içinde algılandığı söylenebilir. Olayların hızı, medya bombardımanı ve duygusal aşırılıklar, savaşın “gerçek” zamanını belirsizleştirmiştir.

Bu bağlamda, savaşın hem İran’da hem İsrail’de toplumsal bellekteki temsilleri, yalnızca olayların kronolojisinden değil, duygusal yankılarından ve kolektif hafızadaki kırılmalarından beslenir. Bergson’un (1911/2014, ss. 8-26) sezgisel zaman anlayışı, savaşın bir “anı” olarak değil, sürekli yeniden üretilen bir *algısal süreç* olarak kavranmasına olanak tanır.

Medyatik İktidar ve Simgesel Savaş

Bourdieu’nün (1991, ss. 37, 48 ve 75-76) “simgesel iktidar” kavramı, medyanın savaşı yalnızca aktaran değil, anlamlandıran ve meşrulaştıran bir aktör olarak konumlandığını açıklar. “12 Gün Savaşı” boyunca haber başlıkları, görseller ve sözcük seçimleri, kimin “meşru şiddet” kullandığına dair algıyı belirleme yönündeki çabayı gösterir.

Bütüncül Çerçeve

Yukarıda açıklanan kavramsal çerçeveler bir bütün olarak, 12 Gün Savaşı’nın yalnızca politik ve askeri düzeyde değil, *temsiller, imgeler, söylemler ve algılar düzeyinde* yürütülen bir iktidar mücadelesi olduğunu varsayar.

Savaş, bu bağlamda, hem *görsel bir anlatı* (image politics) hem de *dilsel bir iktidar alanı* olarak ele alınır. Çalışma, bu nedenle savaşın “gerçekliği”ni sorgulamak yerine, bu gerçekliğin nasıl *üretilip yeniden kurgulandığını* çözümlemeyi amaçlamaktadır.

3. YÖNTEM

Bu çalışma *nitel araştırma modeli* çerçevesinde yürütüldü. *Amaç*, 13–24 Haziran 2025 tarihleri arasında yaşanan “12 Gün Savaşı” sürecinde İsrail, ABD ve İran resimleri tarafından üretilen söylemsel ve temsili pratiklerin yapısı ve işlevini çözümlemektir. Araştırma deseni betimleyici ve yorumlayıcı analitik olup, medya metinleri, devlet bildirileri, resmi konuşmalar ve sosyal medya paylaşımları gibi çoklu kaynaklardan toplanan *veriler, eleştirel söylem analizi* (ESA) tekniğiyle çözümlendi. Söylemsel çözümlemede Fairclough (1992) ve van Dijk (2008) yaklaşımları kılavuz alınarak hem mikro-düzy dilsel stratejiler (metafor, kelime seçimi, tematik çerçeveleme) hem de makro-düzy ideolojik örüntüler (hakikat rejimleri, ötekileştirme, meşrulaştırma mekanizmaları) analiz edildi.

Veriler *amaçlı örnekleme* (purposive sampling) tekniği ile toplandı. *Örnekleme*, üç başlıktan oluşan arşiv temelli seçimle oluşturuldu: (a) ulusal ve uluslararası haber ajanslarının yayımladığı yazılı, sesli ve görüntülü haberler (ör. makale, manşet, podcast, fotoğraf altı metinler, videolar), (b) devlet kurumları, üst düzey siyasetçiler ve askeri yetkililerin resmi açıklamaları / basılı metinleri, ve (c) sosyal medya platformlarında (X, Facebook, Instagram vd.) geniş etkileşim alanı yakalamış öne çıkan paylaşımlar ve görsel içerikler. Bu üçlü kaynak yapısı, hem *kurumsal söylemin* hem de *kamusal/kollektif anlatıların* eşzamanlı olarak

değerlendirilmesine imkân tanıdı. Veri seçimi sırasında haberin erişim yaygınlığı, içerik yoğunluğu ve temsil edici olma ölçütleri göz önünde bulunduruldu.

Analiz süreci iki aşamalı olarak kurgulandı. İlk aşamada ham metin ve görsel veriler nitel veri yönetim yazılımına (NVivo) aktarılarak betimleyici kodlama yapıldı; burada tematik kümeler, tekrar eden metaforlar ve görsel şablonlar saptandı. İkinci aşamada ise kodlama çıktıları ESA'nın üç düzeyi çerçevesinde derinleştirildi: metin, söylemsel-pratik, sosyo-kültürel bağlam. Çalışmanın *geçerlik-güvenirlik stratejileri* şeffaflık ve çoklu kanıt üzerine kuruludur. Farklı kaynak türlerinin kesiştirilmesi, bulguların veri-temelli olarak sınanmasını sağlarken, bağımsız kodlayıcı ile yapılan çift-kodlama (inter-coder check) ve düzenli olarak yapılan refleksif notlar, yorumlama sürecinde öznellik etkilerini azaltmaya yöneliktir. Ahlaki olarak, kamuya açık sosyal medya paylaşımlarından elde edilen verilerin alıntılanmasında anonimleştirme ve bağlamın değiştirilmemesi ilkelerine uyuldu; ayrıca devlet ve medya dokümanları kaynak gösterilerek kullanıldı. Sonuç olarak bu yöntemsel yaklaşım, savaşın söylemsel ve temsili katmanlarını hem betimsel hem de yorumsal düzeyde güvenilir ve sistematik biçimde ortaya koymaya uygundur.

4. BULGULAR

İsrail Cephesinde İnşa Edilen Söylem ve Temsiller

İsrail'in "12 Gün Savaşı" boyunca yürüttüğü söylemsel inşa, ağırlıklı olarak "önleyici saldırı" (Israel Defense Forces, 2025; Schmitt, 2025), "özgür dünya savunusu" (Prime Minister's Office, 2025a; Schmitt, 2025) ve "varoluşsal tehdit" (Prime Minister's Office, 2025b; Schmitt, 2025) eksenlerinde biçimlendirildi. Bu söylemsel yapı, hem ulusal hem uluslararası kamuoyunu hedef almış; savaşın bir saldırı değil, *zorunlu savunma* ve *ahlaki sorumluluk* olarak sunulmasını sağlamıştır. Fairclough'un (1992, ss. 66-67) belirttiği gibi söylemler, belirli iktidar ilişkilerini görünmez kılarken bazı eylemleri meşrulaştırır; bu bağlamda İsrail'in kullandığı dilsel ve görsel stratejiler, savaşın politik yönünü ahlaki bir zorunluluk olarak yeniden kodlamıştır.

İlk olarak, İsrail resmî söylemi savaşın adlandırılmasında "Yükselen Aslan" metaforunu tercih ederek (The Jerusalem Post, 2023), gücün, uyanışın ve egemenliğin simgesel bir temsili kurmuştur. "Aslan" figürü ulusal anlatıda cesaret ve istikrarın mitolojik taşıyıcısıdır; bu *sembolik seçim*, kamuoyunda saldırı eylemlerinin savunmacı bir *güç* olarak algılanmasını kolaylaştırmıştır. Bergsoncu (1911/2014, ss. 126-127) anlamda "temsilin" (representation) politik doğası burada açık biçimde görünürdür: eylem, simgesel düzeyde yeniden kodlanmış ve izleyici algısı sezgisel bir meşruiyetle yönlendirilmiştir. Bu çerçevede savaşın gerçekliği, ampirik olgulardan çok "duygusal imgeler" aracılığıyla yeniden üretilmiştir.

İsrail medyasının bu süreçteki dilsel örüntüleri, van Dijk'in (2008, s. 105) *ideolojik kare* modelinde tanımladığı biçimde “biz-onlar” karşıtlığına dayanmaktadır. Haber başlıklarında “savunma”, “caydırıcılık”, “kırmızı çizgi” gibi anahtar sözcüklerin tekrar edilmesi, “biz”in *barışı koruyan*, “onlar”ın (İran ve müttefiklerinin) ise *saldırgan bir tehdit* olduğu çerçevesini üretmiştir. Örneğin, *Jerusalem Post*, *İsrail Hayom* ve *The Times of Israel*'de yayımlanan haberlerde İran'ın füze kapasitesi “bölgesel istikrara tehdit”, İsrail'in saldırıları ise “uluslararası güvenliği tahkim eden operasyonlar” ve “barbar güçlerle mücadele” olarak sunulmuştur (Frantzman, 2023; Cohen, 2025 Haziran 22; Dratwa, 2025; Berman ve Staff, 2025). Bu strateji, Habermas'ın (1989) “kamusal alanın stratejik sömürüsü” dediği duruma karşılık gelir: dolayısıyla kamusal tartışmanın, askeri eylemlerin rasyonel temellendirilmesi için araçsallaştırıldığı söylenebilir.

Görsel temsillerde de benzer bir çerçeve gözlemlenmiştir. Devlet televizyonları ve dijital medya platformlarında paylaşılan görsellerde İsrail askerleri genellikle “barış gücü” bağlamında, çocuklarla ve sivil halkla birlikte betimlenmiştir (Haaretz, 2025, Temmuz 8). Buna karşılık İran tarafı genellikle karanlık tonlarda, “füze gölgeleri” veya “maskeli militanlar” imgesiyle yansıtılmıştır (Bloomberg Television, 2025). Hall'in (1997, ss. 26-29) göstergebilimsel yaklaşımına göre bu tür görsel karşıtlıklar yalnızca bilgi iletmez, anlam üretir: “iyi”nin ve “kötü”nün sınırlarını izleyicinin bilinçdışına kodlar. Böylece İsrail medyasının temsilleri, izleyici üzerinde moral bir üstünlük izlenimi yaratırken, savaşın şiddet boyutunu geri planda bırakmıştır.



Figür 5: Tel Aviv'de İran füzesinin çarptığı alan. Fotoğraf: Tomer Appelbaum



Figür 6: İran Devrim Muhafızları, 29 Nisan 2022'de Tahran'da düzenlenen bir miting sırasında Şahab-3 füzesinin önünde duruyor (Vahid Salemi/The Associated Press).

İkinci olarak, “ulusal güvenlik” ve “uluslararası işbirliği” temaları, İsrail söyleminin merkezinde yer almıştır. Başbakanlık açıklamaları ve ordu sözcülerinin demeçleri, ABD ile koordinasyonun “özgür dünyanın savunusu” olarak tanımlandığı bir çerçeve üretmiştir (Ostrovsky, 2025). Bu söylem, hem içeride toplumsal meşruiyeti pekiştirmiş hem de dış

politikada destek arayışını güçlendirmiştir. Ancak bu meşrulaştırıcı çerçeve, savaşın insani maliyetini görünmez kılmıştır. İsrail’de yayınlanan haberlerde sivil kayıplar genellikle “tali zararlar” (collateral damage) olarak kodlanmış, duygusal etkiden arındırılmış teknik terimlerle aktarılmıştır. Bu, Foucault’nun (1978: 139) “biyopolitika” kavramıyla da ilişkilendirilebilir: söylem, yaşam ve ölüm arasındaki ayrımı düzenleyen bir iktidar aracına dönüşmüştür.

İsrail cephesinde savaş süresince söylemin biçimlenmesinde belirleyici olan üçüncü unsur, *haber akışının devlet denetimi altında yürütülmesidir*. 12 Gün Savaşı’nın ilk günlerinden itibaren, İsrail Askerî Sansür Dairesi (Israel Military Censor) ulusal medyada yayımlanacak haber ve görüntüler üzerinde sıkı bir kontrol mekanizması işletti. Basın kuruluşlarına gönderilen talimatlarda, özellikle operasyon bölgelerine ilişkin ayrıntıların, füze saldırılarının yönü ve hasar düzeyine ilişkin bilgilerin ve ölü sayılarının “ulusal güvenlik” gerekçesiyle paylaşılmaması istendi (France 24, 2025; Forey, 2025; Jamalpour ve Schutz, 2025; Fabian, 2025). Bu kısıtlamalar, sosyal medyada da benzer biçimde uygulandı; X ve Telegram’da bazı gazetecilerin hesapları geçici olarak askıya alındı, paylaşımlar “gizlilik ihlali” gerekçesiyle kaldırıldı. Uluslararası muhabirlerin çoğu, cephe bölgelerine yalnızca IDF (Israel Defense Forces) tarafından organize edilen “rehberli medya turları” aracılığıyla erişebildi, bu da bilgi üretimini fiilen tek bir resmi çerçeveye hapsedti (International Federation of Journalists, 2025; Mandour ve Massalha, 2025; Cohen Haziran 20, 2025).

Bu sansür politikası, Foucault’nun (1980) *bilgi-iktidar diyalektiği* perspektifinden okunduğunda, savaşın yalnızca fiziki değil aynı zamanda epistemik düzeyde de bir kontrol alanına dönüştüğünü gösterir. Bilginin dolaşımı, askeri başarı anlatısının sürekliliğini sağlamak için düzenlenmiş; medyanın söylemsel alanı “önleyici saldırı” ve “ulusal güvenlik” mantığıyla daraltılmıştır. Örneğin, Times of Israel ve Ynet gibi önde gelen haber siteleri, hükümet açıklamalarıyla çelişen bağımsız görüntüleri yayımlamadı, bunun yerine savaşın “yüksek hassasiyetli savaş teknolojisi ve stratejik hedefleme” (precision targeting/warfare technology and strategy) söylemini güçlendiren görsel temsillere yer verdi (Fabian, 2025; Zitun, 2025; Saab ve White, 2025).

Bu uygulamalar, medyanın “gerçeklik inşası” sürecindeki işlevini yeniden hatırlatır. Hall’in (1997, ss. 26-29) temsil kuramı açısından bakıldığında, İsrail devletinin söylemi, savaşın karmaşık gerçekliğini sadeleştirip “ahlaki ikilik” (kahramanlar/caniler ikilisi) eksenine oturttuğu, sansür mekanizmaları aracılığıyla bu ikiliği tehdit eden çoğul temsilleri sistematik biçimde bastırdığı söylenebilir. Bu bağlamda, sansürün yalnızca bilgi akışını engelleyen teknik

bir müdahale olmadığı; *iktidarın sembolik alanını koruyan söylemsel bir strateji* olarak işlev gördüğü söylenebilir.

Son olarak, İsrail söyleminde dinî göndermelerin stratejik bir biçimde kullanıldığına da işaret edilebilir. Netanyahu 24 Haziran 2025 tarihinde yaptığı açıklamada, İbranice İncil'de geleneksel olarak savaşta kurnazlık ve öngörüğü savunduğu düşünülen Süleyman'ın Özdeyişleri 24:6 ayetine atıfta bulunarak, “Kritik anda ayağa kalktık ve aslanlar gibi durduk; kükrememiz Tahran'ı sarstı ve tüm dünyada yankılandı” dedi. O, konuşmasını dini metinlere göndermelerle sonlandırdı: “Millet bir aslan gibi ayağa kalktı. Am Israel Chai- İsrail Halkı yaşıyor. Ve Tanrı'nın yardımıyla- ebedi halk İsrail'in ebediliğini güvence altına alacak” (TRT World, 2025). Benzer biçimde, Dışişleri Bakanı Gideon Sa'ar'ın (2025) 22 Haziran 2025 tarihli açıklamasındaki “Ey Evrenin Hâkimi, Rabbimiz Tanrımız! Bize hayat veren, bizi ayakta tutan ve bu güne ulaşmamızı sağlayan sensin.” ifadesi, ulusal savunmanın kutsal bir görev olarak temsil edildiğini göstermektedir. Bu durum, Bergson'un (1911/2014, ss. 152-154) *sezgisel bilgi* kavramıyla da ilişkilendirilebilir; çünkü savaşın anlamı burada rasyonel temellendirmeden ziyade duygusal sezgiye dayalı bir ulusal bilinçte kök salmıştır. Böylece temsil, hem ideolojik hem de metafiziksel bir araç hâline gelmiş; savaşın politik gerçekliği kutsal bir “ulusal deneyim” olarak yeniden üretilmiştir.

İran Cephesinde İnşa Edilen Söylem ve Temsiller

İran cephesinde 12 Gün Savaşı'na ilişkin inşa edilen söylem ve temsillerin, temel olarak “dayatılmış savaş” anlatısı, “milli birlik ve direniş” mitolojisi ile “şehitlik ve kurbanlaştırma” eksenlerinde yoğunlaştığı gözlemlendi. Bu söylemsel repertuar, hem resmî devlet dili hem de devlet yanlısı medya aracılığıyla sistematik biçimde üretildi; savaşa dair anlamlandırma pratiklerinin çoğunu tekilleştirdi. Söylemin temel işlevi, saldırının nedenini ve niteliğini yeniden kodlayarak İran tarafını savunmacı, karşı tarafı ise saldırgan ve meşru olmayan bir güç olarak konumlandırmaktı.

İlk olarak, “dayatılmış savaş” çerçevesi İran resmî söyleminin merkezindedir. Bu çerçeve, savaşın başlatılmadığını; aksine İran'a karşı başlatılmış bir saldırının söz konusu olduğunu vurgulayarak ulusal meşruiyete zemin oluşturur. İran İslam Cumhuriyeti İstihbarat Bakanlığı tarafından yayımlanan bildiride şu ifadeler yer verilir (VAJA, 2025):

“Düşman Amerikan-Siyonist cephesinin 13 Haziran Cuma sabahının erken saatlerinde aziz İran'ımıza karşı başlattığı Şeytani savaş çığırtkanlığı ve saldırganlığı, ülkenin nükleer ve savunma kabiliyet ve tesislerini vurmaya amaçlayan sınırlı bir askeri operasyon değildi; aksine, bir dizi istihbarat bulgusuna dayanarak, 12 gün süren

*dayatılan savaşı*ta yaşananlar, askeri, güvenlik, istihbarat ve bilişsel savaş unsurlarının, taciz eylemlerinin, terörün, sabotajın, istikrarsızlaştırmanın ve iç kaos yaratmanın, ‘ülkeyi boyun eğmeye ve teslim olmaya zorlamak, İslam Cumhuriyeti’nin kutsal düzenini devirmek ve Büyük İran’ı parçalamak’ hedef ve yanılısaması ile planlanmış ve tam kapsamlı bir savaş planıydı. Bu, ABD’yi yöneten ikiyüzlü rejimin himayesi, Siyonist suç çetesinin failliyi, çeşitli Avrupa ülkelerinin eşliği ve karşı-devrimci grupların, tekfirci teröristlerin ve silahlı haydutların desteğiyle gerçekleştirilmiştir.”

Benzeri resmî demeçler ve devlet medyasında savaş, “milli sınırların ve halkın savunulması” şeklinde dilsel olarak yeniden tanımlanır; bu yeniden tanımlama, Foucaultcu bir okuma ile hakikat rejiminin yeniden tesisine işaret eder: belirli söylemler “olay”ın ne olduğu konusunda resmi kabulü dayatır ve alternatif okumaların dolaşımını sınırlar. Bu bağlamda İran misilleme eylemlerine “Kutsal Vatan Savunması” veya “Gerçek Vaat 3” gibi adlar vererek hem iç kamuoyunda hem de bölgesel izleyiciler nezdinde meşruiyet kazandırmaya ve moral vermeye çalıştı.

İkinci olarak, “milli birlik ve direniş” temaları halkın kolektif duygularını örgütlemek için sistematik biçimde kullanıldı. Bu bağlamda Devrim Lideri Ali Hamenei’nin (2025) aşağıdaki ifadeleri örnek gösterilebilir:

“İran milleti, son *dayatılan savaşı*ta büyük bir iş başardı; bu büyük iş bir harekât meselesi değildi; *bir irade, bir kararlılık, bir özgüven* meselesiydi. Bir milletin, bir ülkenin, bir ülkedeki askeri gücün, kendi içinde, Amerika’nın ve bölgedeki tasmalı köpeği olan Siyonist rejimin gücüne göğüs göğüse ve yüz yüze karşı koymaya hazır bu özgüveni, bu *iradenin ruhunu, bu özgüvenin ruhunu* görmesi, çok çok önemli bir değerdir... Televizyonda, farklı görüşlere, farklı yüzlere, farklı kıyafetlere sahip farklı insanlardan, beklenmedik bir biçimde bu kadar özverili bir şekilde açıklamalar gördünüz; elbette sözle eylem arasında mesafe vardır, ancak konuşma eyleminin kendisi ve insanı konuşturan motivasyon da vardır; bu çok önemlidir. Kimse inanmadı ve oldu. Hepsi farklı siyasi görüşlere, bazen zıt siyasi görüşlere, tamamen farklı mezhepsel ağırlıklara sahip bu insanlar, bir araya gelerek bu büyük birliği, bu *büyük ulusal birliği* yarattılar.”

Koşut bir biçimde devlet ve devlet yanlısı medya, çatışma anını ulusal dayanışmanın sınandığı bir an olarak çerçeveselendirdi; toplumsal kutuplaşmayı yumuşatmak ve iç muhalefeti disipline etmek amacıyla birlik vurgusunu öne çıkardı. Bu söylem, hem *duygusal bir çağrı* (sezgi/duygu temelli meşruiyet) hem de pratik bir *politik strateji* (iç istikrarın sağlanması) yönünde bir işlev

gördü. Bergson'un (1911/2014) süre ve sezgi yaklaşımı bu noktada açıklayıcıdır: savaşın kısa kronolojisi içinde yükselen duygulanımsal yoğunluk, resmî söylem tarafından birleştirici bir kimlik duygusuna dönüştürülmüştür.

Üçüncü olarak, “şehitlik ve kurbanlaştırma” söyleminin, ölenlerin anlamlandırılmasında merkezi bir rol oynadığı söylenebilir. Reza Rabiei (2025), Merkezi İli Şehit ve Gaziler Vakfı Genel Müdürü “Bu milletin yiğit evlatları, 12 Gün Savaşı'ndaki sekiz yıllık kutsal savunma döneminden kaynaklanan aynı *fedakârlık ve şehitlik ruhuyla* düşmana karşı durdular ve aynı ruhla İslam'ı savunmak için canlarını feda ettiler ve bu *fedakârlık ve şehitlik kültürü* devam ediyor, öyle ki 12 Günlük Kutsal Savunma'daki zafer, [sekiz yıllık] Kutsal Savunma'daki *fedakârlık ve şehitlik ruhundan* kaynaklanmaktadır” dedi. Kutsal Savunma belgeseli yapımcısı Gül Ali Aghababai-Pour [Ağababa-Oğlu] şöyle dedi (2025): “Gözlerini kapatmadan düşmanla savaşan insanlar vardı. Hava-Uzay savunma savaşçıları, daha önce de belirtildiği gibi, füzeleri fırlatıcının arkasında sırayla durup ateşler ve ardından *şehit* olurlardı. Biri *şehit* olduktan sonra, diğeri ateş eder ve *şehit* olurdu.”

Ölen askerler, bilim insanları veya siviller “şehit” kategorisi içine alınarak toplumsal anlamlandırma sürecinde kutsallaştırıldı; bu kutsallaştırma hem yas ritüelleri hem de sembolik yeniden üretim yoluyla toplumun kolektif belleğine işlendi. Butler'cı (2009, 1-32) bir bakışla, bu söylem *hangi bedenlerin yas tutulmaya değer olduğunu* ve *hangi yaşamların politik olarak görünür kılındığını* düzenler; yani *şehitleştirme*, hem acıyı meşrulaştırır hem de siyasi mobilizasyon için kullanılabilir bir sembolik sermaye yaratır.

Dördüncüsü İran, “medya ve bilgi kontrolü” ile bu söylemsel üretimin altyapısını oluşturdu. Savaş sırasında uygulanan erişim kısıtlamaları, haber paylaşımına yönelik sınırlamalar ve resmî bilgi akışının merkezi kanallar üzerinden kontrolü, alternatif anlatıların yayılmasını engelledi; böylece belirli temsiller hegemonik hâle geldi (Farzaneh, 2025). Bu pratikler, “söylemsel çoğulluğun önünü keserek” hegemonik bir gerçeklik rejiminin tesisine katkıda bulundu; neticede kamu alanında dolaşan yorumları daralttı ve tekdüze bir anlam pratiğini güçlendirdi. Bu durum, Bourdieu'nun (1991, ss. 37, 48 ve 75-76) *simgesel iktidar* ve Foucault'nun (1980) *söylemsel zorlama* diye kavramsallaştırdıkları süreçlerin birlikte işlediği bir mekanizma olarak yorumlanabilir.

Görsel söylem düzleminde ise İran tarafının, çatışmanın *mağduriyet* ve *onur* eksenlerini vurgulayan imgeler ürettiği söylenebilir: yıkılmış binaların önünde ağıt yakan aileler, şehit cenazeleri, bayrakla örtülü tabut görüntüleri ve dini ritüellerin medyatik kullanımı, izleyicinin empati duygusunu hem milli hem de manevi zeminde örgütlediğine tanıklık edildi. Hall'in

(1997) temsil analizi perspektifiyle değerlendirildiğinde, bu imgeler olayların duygusal anlamını belirler; görsel kodlama, savaşın ahlaki çerçevesini oluşturur ve ulusal anlatıya duygusal yoğunluk katar.



Figure 7: Astaneh Ashrafieh, Fotoğraf: Tabnak



Photo : Mahdi Janipour

Figure 8: İsfahan, Fotoğraf: Mahdi Janipour

Son olarak, İran’ın anlatımında “uluslararası hukuk” söyleminin de stratejik olarak kullanıldığı söylenebilir. Diplomaside ve uluslararası platformlarda İranlı yetkililer, saldırının hukuka aykırılığını vurgulayarak hem moral hem de hukuki meşruiyet arayışına girdiler. İran Dışişleri Bakanlığı saldırının Birleşmiş Milletler Şartı ve uluslararası hukuk kapsamında meşruluğunu zedelediğini belirtti (Tasnim News Agency, 2025) ve daha sonra yayımladığı raporda bu saldırıyı “uluslararası hukuka karşı küstah bir saldırı” olarak tanımladı (Press TV, 2025). Bu yön, söylemin çok katmanlı doğasını gösterdi: aynı anda iç kamuoyu için duygusal-milli bir dil, dış kamuoyu içinse hukuki-normatif bir dil üretmek suretiyle farklı hedef kitlelere yönelik çift yönlü bir anlambilim pratiğinin işletildiğini sergiledi.

Özetle, İran cephesinde inşa edilen söylem ve temsiller; 1. saldırının “dayatılmış savaş” olduğu iddiası üzerinden savunmacı bir meşruiyet kurma, 2. “milli birlik ve direniş” çağrısıyla toplumsal bütünleşmeyi güçlendirme, 3. “şehitlik” diliyle kayıpları kutsallaştırma, 4. medya-kontrol mekanizmalarıyla “alternatif anlatıları sınırlandırma” ve 5. “uluslararası hukuk”a göndermelerle saldırının hukuka aykırı olduğunu vurgulayan stratejileri içerir. Bu dinamikler birlikte, savaşın epistemik repertuarını şekillendirdi ve kamu alanında dolaşıma sokulan “gerçeklik”in sınırlarını belirledi.

Bağımsız Üçüncü Anlatı ve Sivil Medya Tepkileri

12 Gün Savaşı süresince bağımsız medya aktörleri ve sosyal medya kullanıcıları hem İsrail’in hem de İran’ın resmî söylemlerine mesafeli duran bir “üçüncü anlatı alanı” inşa ettiler. Bu alan, Chouliarakı’nın (2006) “ahlaki tanıklık” kavramıyla açıklanabilecek bir biçimde, acının temsiline dair yeni duyarlılık biçimleri geliştirmiş; aynı zamanda Butler’ın (2009, 1-32) “yas tutmaya değer hayatlar” tartışmasında vurguladığı gibi, hangi ölümlerin görünür kılındığını ve hangilerinin sessizleştirildiğini sorgulayan bir kamusal bilinç üretmiştir.

Bağımsız medya mecralarında –örneğin +972 Dergisi, Mondoweiss, War on the Rocks, Dialogue İran ve ACLED– savaş haberleri devlet kontrollü medyadan farklı biçimlerde çerçevelenir. Bu mecralar, her iki tarafın da propaganda pratiklerine dikkat çekerek, özellikle sivillere yönelik saldırıların hem İran hem de İsrail kaynaklı dezenformasyon içinde nasıl araçsallaştırıldığını analiz eden içerikler üretir. Burada söylemsel yapı “tarafsızlık” iddiasından ziyade “çoğul hakikat” anlayışı üzerine kurulduğu söylenebilir: haber anlatıları, tek bir ulusal perspektife indirgenmeden, olayın farklı coğrafi ve insani boyutlarını görünür kılar (Ziv, 2025; Plitnick, 2025; Saab, ve White, 2025, Dialogue İran, 2025 ve Mehvar, 2025). Bu yaklaşım, Foucault’nun (1980) bilgi-iktidar ilişkisi kavramıyla kesişir: bilgi üretiminin savaş anlarında nasıl iktidar tahkimine dönüştüğü ve bağımsız medya için temel bir eleştiri hattı olduğunu gösterir.

12 Gün Savaşı sürecinde İsrail ve İran içinde resmî anlatıya karşı çıkan sivil ve muhalif medya aktörleri, savaşın söylemsel ve temsili çerçevesine alternatif bir kamusal alan açmaya çalıştı. Ancak bu çabalar kısa sürede *devlet organlarının sistematik baskısıyla* karşılaştı. Örneğin Haaretz’de (2025, Haziran 23), polis ve iletişim yasaları çerçevesinde medyaya yönelik baskı ve sansür tehditleri ile ilgili yorumlar yayımlandı. Yine de bağımsız aktörler, Telegram ve diaspora temelli platformlar aracılığıyla bu kısıtlamaları kısmen aşmayı başardılar. Özellikle İran ve İsrailli barış aktivistlerinin medya ağlarıyla kurdukları temaslar, savaşın tek boyutlu temsiline karşı uluslararası bir farkındalık yaratılmasına katkı sağladı (Jamalpour ve Schutz, 2025). Savaş süresince uygulanan bu baskılar, Foucault’nun (1977b) “iktidarın mikro-fiziği” kavramı bağlamında okunabilir: devlet, yalnızca söylemin içeriğini değil, *ifade edilebilme koşullarını* da belirleyerek “bilgi rejimini” tahkim etti.

Sosyal medya ise üçüncü anlatının en dinamik ve duygusal zemini oldu. Özellikle X ve Instagram’da, #NoToWar ve #StopKillingCivilians etiketleri üzerinden gelişen kullanıcı temelli ağlar, savaşın her iki tarafındaki siviller arasında empati kuran bir dijital dayanışma dili yarattı. Bu dijital ağlar, Fraser’i (1990, s. 67) anlamda yeni bir “karşı-kamu” (counterpublic) olarak işlev gördü, devlet kontrollü medyanın temsil boşluklarını doldurdu. Bazı kullanıcılar Farsça, Arapça, İngilizce ve Türkçe arasında kod değiştirerek (code-switching) küresel bir tanıklık ağı oluşturdu, bu da savaşın dilsel sınırlarını aşan bir “transnasyonel duyulanım” üretti (Papacharissi, 2015).

Bununla birlikte, üçüncü anlatı alanı da mutlak özgürlükle tanımlanmaz. İran içindeki çevrimiçi kullanıcılar için sansür, erişim kesintileri ve dijital gözetim (VPN engelleri, hesap kapatmaları vb.) sürekli bir risk oluşturur. Buna rağmen, kullanıcılar kısmi anonimlik ve ağ dayanışması sayesinde devlet söylemine alternatif hafızalar ürettirler. Bu bağlamda, Bergson’un (1911/2014) “süre” kavramı üzerinden düşünüldüğünde, dijital alan geçmişin ve şimdinin iç içe geçtiği bir *hafıza sürekliliği* yaratmış; her yeni paylaşım, kolektif bilincin yeniden hatırlama eylemine dönüşmüştür.

Sonuç olarak, bağımsız medya ve sivil ağlarının, savaşın iki kutuplu söylem haritasını kırarak üçüncü bir epistemik alan açtığı söylenebilir. Bu alan; 1. tanıklığın ahlaki sorumluluğunu hatırlatır, 2. mağduriyet temsillerini çoğullaştırır, 3. propaganda ve sansür arasındaki gri bölgeleri görünür kılar ve 4. duygusal bir dayanışma etiği üretir. Böylece 12 Gün Savaşı’nın yalnızca askeri bir çatışma ile sınırlı kalmadığı, aynı zamanda anlam üretimi, temsil ve tanıklık mücadelelerinin dijital bir laboratuvarı hâline geldiği söylenebilir.

SONUÇ

Bu araştırmanın bulguları, 12 Gün Savaşı'nın bir “anlam üretim rejimi” olarak işlediğini açıkça göstermektedir. Savaşın tarafları, inşa ettikleri *söylem* ve *temsiller* aracılığıyla *çatışmanın gerçekliğini* kendi *ideolojik çerçeveleri* doğrultusunda *yeniden kurmuşlardır*. Her iki taraf da *kahraman, mağdur* veya *saldırgan* rollerini *stratejik amaçlarına uygun biçimde tanımlayarak* kamuoyuna sundu; böylece *savaşın anlamını* ve *meşruiyetini* kendi lehine çerçeveledi. Bu süreçte yoğun *medya kontrolü, sansür ve sembolik dil* kullanımı ile *duygusal kodlamalar* devreye sokularak; istenmeyen alternatif anlatılar bastırıldı, toplumun savaşı tek taraflı bir perspektiften algılaması sağlandı. Sonuç olarak, çatışmanın fiziksel boyutu kadar söylemsel boyutunun da belirleyici olduğu ve savaş gerçekliğinin taraflarca kurgulanan anlatılar üzerinden inşa edildiği söylenebilir.

Bu *söylemsel yeniden kurma süreçlerinin*, *kamusal ahlak, kolektif hafıza ve toplumsal duyarlılık* üzerinde derin etkiler yarattığı söylenebilir. Tarafların resmi savaş anlatıları, *şiddeti ve askeri eylemleri* ahlaki bir çerçeveye oturtarak kamusal ahlaki algısını yönlendirdi. Örneğin, İsrail-ABD cephesi savaşı “özgür dünyayı koruma” biçiminde olumlayıp meşrulaştırırken, İran tarafı çatışmayı “mukaddes savunma” olarak yüceltir. Her iki taraf da kendi eylemlerine ahlaki meşruiyet kazandırmaya, savaşın ahlaki sorumluluğuna dair kamusal yargıları kendi lehine çevirmeye çalışır. *Kolektif hafıza* da benzer biçimde *hegemonik söylemlerin* süzgecinden geçirilerek şekillendirilir: Basın ve propaganda mekanizmaları ile, hatırlanacak olaylar ve kahramanlık anlatıları seçici bir biçimde öne çıkarılırken, sivillerin yaşadığı trajediler ve alternatif perspektifler büyük ölçüde kolektif unutkanlığa terk edilir. Bunun bir sonucu olarak, toplumun *toplumsal duyarlılığı* da *tek boyutlu anlatılar* ekseninde biçimlenir. Yoğun milliyetçi ve duygusal retorik, *kendi* tarafının acılarına hassasiyeti artırırken, “öteki”nin mağduriyetine karşı bir duyarsızlık ve empati eksikliği doğurur. Böylece savaşın *söylemsel stratejileri*, kamu vicdanının neye tepki gösterip neyi görmezden geleceğini belirleyerek *toplumsal duyarlılık eşiklerini yeniden tanımlar*.

Araştırma, ayrıca, bu hegemonik anlatılara karşı gelişen bağımsız “üçüncü anlatı”nın kritik önemini ortaya koymaktadır. Bağımsız medya organları ve sivil aktörler tarafından inşa edilen bu üçüncü anlatı, savaşın *iki kutuplu resmi söylem* haritasını kırmaya yönelik bir *epistemik müdahale* işlevi görür. Resmî kanalların gölgesinde kalan *sivil kayıplar, gündelik yaşamın yıkımı ve bilgi manipülasyonları* bu sayede görünür kılınır. Üçüncü anlatı, hegemonik söylemlerin bastırdığı tanıklıkları ve mağduriyet öykülerini kamusal alana taşıyarak *savaşın ahlaki yükünü yeniden değerlendirmeye* açar. Bu *bağımsız söylemsel müdahale*, tanıklığın

ahlaki sorumluluğunu hatırlatır, tekilleştirilmiş mağdur imgelerini çoğullaştırır ve propaganda ile sansür arasındaki *gri bölgeleri ifşa eder*. Böylelikle, dijital ağlar ve alternatif medya üzerinden gelişen üçüncü anlatının, savaşın duygusal ve ahlaki boyutunda *ulus-ötesi bir dayanışma ve empati* zemini yaratarak toplumsal duyarlılığı küresel ölçekte canlı tuttuğu söylenebilir.

Sonuç olarak, 12 Gün Savaşı örneği göstermektedir ki modern savaşlar yalnızca *cephede silahlarla* değil, aynı zamanda *söylem ve imgelerle zihinlerde* de icra edilmektedir. Bu çalışmada ortaya konan bulgular, *savaşın gerçekliğinin söylemsel pratikler* yoluyla sürekli *yeniden üretildiğini* ve *anlam üzerinde kurulan iktidarın*, çatışmanın nihai toplumsal ve ahlaki sonuçlarını belirlemede kritik rol oynadığını kanıtlar niteliktedir. *Savaşın bir anlam üretim rejimi* olarak işleyişini çözümlemek, okuyucuya kamusal ahlaki değerlerin nasıl yönlendirildiğini, kolektif hafızanın nasıl biçimlendirildiğini ve toplumsal duyarlılığın nasıl sınırlandırılıp genişletildiğini anlama imkânı sunar. Son tahlilde, bağımsız üçüncü anlatının varlığı, bu *hegemonik anlam rejimine karşı* gerekli bir *denge unsuru* olarak ortaya çıktığı; *hakikatin çok yönlülüğünü* ve *ahlaki sorumluluğu* hatırlatarak *savaşın epistemik boyutunda* kritik bir direnç odağı oluşturduğu söylenebilir.

KAYNAKÇA

- Aghababai-Pour, G. A. (2025, Eylül 24) Rezmendegan der Cenge 12 Ruze be Nobete Şehadet İstadend [12 Gün Savaşı'nda Askerler Şehitlik Sırasına Girdi]. *Islamic Republic News Agency (IRNA)*. <https://irna.ir/xjVxW4>
- Barthes, R. (1972). *Mythologies* (A. Lavers, Trans.). Hill and Wang. (Original work published 1957).
- Bergson, H. (2014). *Creative evolution* (A. Mitchell, Trans.). Henry Holt and Company. (Original work published 1911).
- Berman, L. ve Staff, T. (2025, Ekim 5) Netanyahu: Israel has a duty and right to hit back at Iran for missile attack, will do so. *The Times of Israel*. <https://www.timesofisrael.com/netanyahu-israel-has-a-duty-and-right-to-hit-back-at-iran-over-missile-attack/>
- Bloomberg Television. (2025, Ağustos 20). Iran's Revolutionary Guard Is More Critical Than Ever Following Israel Conflict [Video]. *YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=nyy7b3rFc8E>
- Bourdieu, P. (1991). *Language and symbolic power* (J. B. Thompson, Ed.; G. Raymond & M. Adamson, Trans.). Harvard University Press.
- Butler, J. (2009). *Frames of war: When is life grievable?* Verso.
- Chouliarakis, L. (2006). *The spectatorship of suffering*. SAGE Publications.
- Cohen, I. D. (2025, Haziran 20). Israeli ministers say foreign media's war coverage is subject to military censorship. *Haaretz*. <https://www.haaretz.com/israel-news/2025-06-20/ty-article/.premium/israeli-ministers-say-foreign-medias-war-coverage-is-subject-to-military-censorship/00000197-8c78-d237-a1bf-ac7cd0ed0000>
- Cohen, S. A. (2025, Haziran 22). Netanyahu praises 'awesome and righteous might of the US'. *Israel Hayom*. <https://www.israelhayom.com/2025/06/22/netanyahu-praises-awesome-and-righteous-might-of-the-us/>
- Dialogue Iran. (2025, August 8). Diyalog – Pesa Ceng – Parte Evvel [Diyalog – Savaş Sonrası –Birinci Bölüm] [Video]. *YouTube*.

- <https://www.youtube.com/watch?v=qEtS5BKAdKE&list=PLhT1m8GqVr-eNmCrIvt50VPMX8GBw2uSd>
- Dratwa, S. R. (2025, Haziran 13). Israel's strike on Iran's nuclear facilities is a win for global security. *Euronews*. <https://www.euronews.com/2025/06/13/israels-strike-on-irans-nuclear-facilities-is-a-win-for-global-security>
- Fabian, E. (2025, Haziran 13). 'The enemy is watching': IDF calls on public not to publish location or photos of missile impacts. *The Times of Israel*. https://www.timesofisrael.com/liveblog_entry/the-enemy-is-watching-idf-calls-on-public-not-to-publish-location-or-photos-of-missile-impacts/?utm_source=chatgpt.com
- Fairclough, N. (1992). *Discourse and social change*. Polity Press.
- Farzaneh, F. (2025, Eylül 3). Serkubey Bisabegaye Resanehaye İrani dar Tul ve Pes az Cenge 12 Ruze [12 Gün Savaşı Sırasında ve Sonrasında İran Medyasına Yönelik Benzeri Görülmemiş Bir Baskı]. *Deutsche Welle (DW)*. <https://p.dw.com/p/5018H>
- Forey, S. (2025, Haziran 21). Israel is tightening media censorship amid war with Iran. *Le Monde*. https://www.lemonde.fr/en/international/article/2025/06/21/israel-is-tightening-media-censorship-amid-war-with-iran_6742561_4.html
- Foucault, M. (1977a). *Discipline and punish: The birth of the prison* (A. Sheridan, Trans.). Pantheon Books.
- Foucault, M. (1977b). *Microfisica del Potere*. Interventi politici. Einaudi.
- Foucault, M. (1978). *The history of sexuality, Volume 1: The will to knowledge* (R. Hurley, Trans.). Pantheon Books. (Original work published 1976)
- Foucault, M. (1980). *Power/knowledge: Selected interviews and other writings, 1972–1977* (C. Gordon, Ed.). Pantheon Books.
- France 24. (2025, Ağustos 5). Twelve-day war: Impact of Iran's strikes censored by Israel. *France 24*. <https://www.france24.com/en/middle-east/20250805-twelve-day-war-impact-of-iranian-strikes-censored-israel>
- Frantzman, S. J. (2023, Mayıs 26). Why are Iran's missiles a growing threat? *The Jerusalem Post*. <https://www.jpost.com/middle-east/iran-news/article-744310>
- Fraser, N. (1990). Rethinking the public sphere: A contribution to the critique of actually existing democracy. *Social Text*, 25/26, 56–80.
- Habermas, J. (1989). *The structural transformation of the public sphere: An inquiry into a category of bourgeois society* (T. Burger, F. Lawrence, Trans.). Cambridge, MA: MIT Press. (Original work published 1962)
- Hall, S. (1997). *Representation: Cultural representations and signifying practices*. Sage.
- Haaretz Editorial. (2025, June 23). Freedom of the press in Israel is under attack under the guise of war with Iran. *Haaretz*. <https://www.haaretz.com/opinion/editorial/2025-06-23/ty-article-opinion/freedom-of-the-press-in-israel-is-under-attack-under-the-guise-of-war-with-iran/00000197-9e2e-d0a3-a1ff-deff66d30000>
- Haaretz. (2025, Temmuz 8). In first, Israeli army official admits Iranian missiles hit IDF sites during war. *Haaretz*. <https://www.haaretz.com/israel-news/2025-07-08/ty-article/in-first-israeli-army-official-admits-iranian-missiles-hit-idf-sites-during-war/00000197-eac3-d5bc-a597-efd310c60000>
- International Federation of Journalists. (2025, Haziran 19). Israel: IFJ condemns escalating harassment and censorship of Palestinian Israeli journalists amidst Israel-Iran war. *ifj.org*. https://www.ifj.org/media-centre/newsletters/detail/israel-ifj-condemns-escalating-harassment-and-censorship-of-palestinian-israeli-journalists-amidst-israel-iran-war/category/press-releases?utm_source=chatgpt.com
- Israel Defense Forces. (2025, Haziran 25). The IDF has launched a preemptive strike against Iran's nuclear program. *idf.il*. <https://www.idf.il/en/mini-sites/idf-press-releases-israel-at-war/june-25-pr/the-idf-has-launched-a-preemptive-strike-against-irans-nuclear-program/>
- Jamalpouri, F., ve Schutz, D. (2025, Temmuz 15). *How Iran and Israel control information*. *Index on Censorship*. <https://www.indexoncensorship.org/2025/07/how-iran-israel-control-information/>

- Hamenei, A. (2025, July 15). Beyanat Der Didare Reis ve Mesulane Govveye Gezaiye [Yargıtay Başkanı ve Yetkilileriyle Yapılan Toplantıdaki Açıklamalar]. *Office of the Supreme Leader of Iran: fars.khamenei.ir*. <https://khl.ink/f/60706>
- Mandour, M., & Massalha, K. (2025, Temmuz 9). Israel uses Iran war to escalate assaults on press. *Committee to Protect Journalists*. https://cpj.org/2025/07/israel-uses-iran-war-to-escalate-assaults-on-press/?utm_source=chatgpt.com
- Mehvar, A. (2025, Temmuz 4). Twelve days that shook the region: Inside the Iran-Israel war. *ACLEDD*. https://acleddata.com/qa/qa-twelve-days-shook-region-inside-iran-israel-war?utm_source=chatgpt.com
- Ostrovsky, A. (2025, Haziran 22). Why Trump and Netanyahu's strikes on Iran are legal. *The Australian Financial Review*. <https://www.afr.com/world/middle-east/why-trump-and-netanyahu-s-strikes-on-iran-are-legal-20250622-p5m9dw>
- Papacharissi, Z. (2015). *Affective publics: Sentiment, technology, and politics*. Oxford University Press.
- Plitnick, M. (2025, Haziran 27). What comes next following the U.S.-Israeli war on Iran? *Mondoweiss*. <https://mondoweiss.net/2025/06/what-comes-next-following-the-u-s-israeli-war-on-iran/>
- Press TV. (2025, July 13). 'Brazen attack on intl. law': Iran Foreign Ministry report details Israeli aggression. *Press TV*. <https://www.presstv.ir/Detail/2025/07/13/751121/brazen-attack-intl-law-iran-foreign-ministry-report-israeli-aggression>
- Prime Minister's Office. (2025a, Haziran 14). Statement by PM Netanyahu. *gov.il*. <https://www.gov.il/en/pages/statement-by-pm-netanyahu-14-jun-2025>
- Prime Minister's Office. (2025b, Haziran 24). Statement by PM Netanyahu. *gov.il*. <https://www.gov.il/en/pages/event-statement240625>
- Rabiei, R. (2025, Eylül 28). Tedavome Ferhenge İsar ve Şehadet az Defae Moggeddes ta Cenge 12 Ruze [Kutsal Savunma'dan 12 Gün Savaş'na Kadar Fedakarlık ve Şehitlik Kültürünün Devamı]. *IRIB News*. <https://www.ribnews.ir/00NPvQ>
- Saab, B. Y., ve White, D. D. (2025, Temmuz 16). Lessons observed from the war between Israel and Iran. *War on the Rocks*. <https://www.warontherocks.com/2025/07/lessons-observed-from-the-war-between-israel-and-iran/>
- Sa'ar, G. (2025, Haziran 22). Foreign Minister Sa'ar's statement on the U.S. attack in Iran. *Israel.com*. <https://israel.com/politics/fm-saars-statement-on-the-us-attack-in-iran>
- Schmitt, M. N. (2025, Haziran 16). Israel's Operation Rising Lion and Right of self-defense. *Lieber Institute West Point*. <https://lieber.westpoint.edu/israels-operation-rising-lion-right-of-self-defense/>
- Tasnim News Agency. (2025, June 13). Foreign Ministry: Iran Reserves Legal Right to Respond to Israeli Aggression. *Tasnim News Agency*. <https://www.tasnimnews.com/en/news/3334457/foreign-ministry-iran-reserves-legal-right-to-respond-to-israeli-aggression>
- The Jerusalem Post. (2023, Haziran 13). 'Never again is now': Netanyahu announces strikes on Iran nuclear targets. *The Jerusalem Post*. <https://www.jpost.com/israel-news/defense-news/article-857577>
- TRT World. (2025, Haziran 24). 'By stratagems shall you make war': Netanyahu cites Hebrew Bible to justify Israeli attacks on Iran. *TRT World*. <https://www.trtworld.com/article/366a94cd3898>
- VAJA. (2025, July 27) Bayaniyyeye Tebyiniye Vezarete Ettelaat: Neberde Hamuş ba Natoye Ettelaati dar Cenge Tehmiliye 12 Ruze [İstihbarat Bakanlığının Açıklayıcı Bildirisi: Dayatılan 12 Gün Savaşı'nda İstihbarat NATOsu ile Sessiz Mücadele]. *Vezarate Ettelaate Jomhuri Eslamie Iran*. <https://www.vaja.ir/news/314010/314108/437555/%D9%86%D8%A8%D8%B1%D8%AF-%D8%AE%D8%A7%D9%85%D9%88%D8%B4-%D8%A8%D8%A7-%D9%86%D8%A7%D8%AA%D9%88%DB%8C-%D8%A7%D8%B7%D9%84%D8%A7%D8%B9%D8%A7%D8%AA%DB%8C-%D8%AF%D8%B1-%D8%AC%D9%86%DA%AF->



%D8%AA%D8%AD%D9%85%DB%8C%D9%84%DB%8C-12-
%D8%B1%D9%88%D8%B2%D9%87

van Dijk, T. A. (2008). *Discourse and power*. Palgrave Macmillan.

Ziv, O. (2025, Haziran 24). 12 days that brought the war home to Israelis. +972 Magazine.

<https://www.972mag.com/iran-missiles-israelis-fear-immunity/>

Zitun, Y. (2025, Haziran 13). Inside Israel's strike: IDF says Iran inches toward first nuclear weapon, unveils secret program. Ynetnews. <https://www.ynetnews.com/article/bywdxxfmgx>

MEKÂNSAL UYUM VE TÜR DAĞILIŞI: TRC3 BÖLGESİNDE HAYVAN İRKLARININ COĞRAFI ANALİZİ

Doç. Dr. Numan ERTAŞ

Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Education, Department of Social Science, 65090 Tuşba Van

ORCID ID: 0000-0002-1342-0915

ÖZET

Bu çalışma, TRC3 Bölgesi'nde (Mardin, Batman, Siirt ve Şırnak) yetiştirilen hayvan ırklarının mekânsal dağılımını inceleyerek, düşük verimliliğe sahip yerli ırkların bölge genelindeki yaygınlığını coğrafi bir bakış açısıyla ortaya koymayı amaçlamaktadır. Hayvancılık, TRC3 bölgesinde hem ekonomik hem de sosyo-kültürel bir üretim biçimi olarak kırsal yaşamın temel bileşenlerinden biridir. Bu nedenle, bölgedeki hayvan ırklarının mekânsal örüntüsünü analiz etmek, üretim yapısının mevcut durumunu ve genetik kaynakların bölgesel dağılımını anlamak açısından önem taşımaktadır.

Araştırma tamamen ikincil verilere dayanmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın il ve ilçe düzeyinde yayımladığı hayvansal varlık istatistikleri kullanılmış; bu veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında analiz edilerek haritalandırılmıştır. Çalışmada sığır, koyun, keçi ve manda türlerinde yerli, melez ve kültür ırklarının oranları temel göstergeler olarak alınmış; her hayvan grubunda baskın olan ırklar tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre, TRC3 bölgesindeki koyun varlığında Hamdani, Akkaraman ve İvesi ırkları öne çıkmaktadır. Keçi yetiştiriciliğinde ise kıl keçisi neredeyse tüm varlığı oluşturmaktadır. Büyükbaş hayvanlar arasında ise Simental ırkı en yaygın tür olup, bunu Güney Anadolu Kırmızısı, Yerli Irk ve Holstein-SA benzer oranlarda takip etmektedir. Her tür için oluşturulan mekânsal dağılım haritaları aracılığıyla, ırkların bölge genelindeki yoğunluk ve yayılım örüntüleri ortaya konulmuştur.

Bulgular, TRC3 bölgesinde hayvansal üretim yapısının büyük ölçüde yerli ırklar üzerine kurulu olduğunu göstermektedir. Yerli ırklar, özellikle verimlilik düzeyi düşük türlerde, bölgenin geniş bir kısmında hâkim durumdadır. Buna karşın kültür ırklarının oranı sınırlı kalmakta ve bölgesel ölçekte dengeli bir dağılım göstermemektedir.

Sonuç olarak, çalışma TRC3 bölgesindeki hayvancılığın mekânsal yapısını nesnel biçimde tanımlamakta ve bölgenin hayvansal gen kaynaklarına ilişkin güncel durumu ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, gelecekte yürütülecek tür ıslahı, verimlilik artışı ve genetik çeşitliliğin korunmasına yönelik araştırmalar için mekân temelli bir referans niteliği taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: TRC3 Bölgesi, hayvan ırkları, hayvancılık, mekânsal dağılım

SPATIAL COHERENCE AND SPECIES DISTRIBUTION: GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF ANIMAL BREEDS IN THE TRC3 REGION

ABSTRACT

This study aims to examine the spatial distribution of animal breeds raised in the TRC3 Region (Mardin, Batman, Siirt, and Sirnak) and to reveal the prevalence of low-yielding indigenous breeds throughout the region from a geographical perspective. Livestock farming is a fundamental component of rural life in the TRC3 region, both as an economic and sociocultural form of production. Therefore, analyzing the spatial patterns of animal breeds in the region is crucial for understanding the current state of production structure and the regional distribution of genetic resources.

The research is based entirely on secondary data. Animal population statistics published by the Ministry of Agriculture and Forestry at the provincial and district levels were used; these data were analyzed and mapped using Geographic Information Systems (GIS). The study used the proportions of indigenous, hybrid, and cultivated breeds in cattle, sheep, goats, and buffalo as key indicators, and identified the dominant breeds in each animal group. According to the data obtained, the Hamdani, Akkaraman, and Awassi breeds are prominent in sheep abundance in the TRC3 region. In goat farming, hair goats (Anatolian Black Goat) constitute almost the entire population. Among cattle, the Simmental is the most common breed, followed by the Southern Anatolian Red, the Native Breed, and the Holstein-SA in similar proportions. Spatial distribution maps created for each breed reveal the density and distribution patterns of the breeds throughout the region.

The findings indicate that the livestock production structure in the TRC3 region is largely based on indigenous breeds. These breeds, particularly low-productivity breeds, dominate a large portion of the region. However, the proportion of cultivated breeds remains limited and is not evenly distributed regionally.

In conclusion, the study objectively describes the spatial structure of livestock production in the TRC3 region and reveals the current status of the region's animal genetic resources. The findings serve as a spatially based reference for future research on breed improvement, productivity enhancement, and genetic diversity conservation.

Keywords: TRC3 Region, Animal / Livestock Breeds, Animal Husbandry, Spatial Distribution

EBEVEYN ARABULUCULUĞUNA GENEL BAKIŞ**K. Nur Karagül**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Psikoloji AnaBilim Dalı

ORCID ID: 0009-0002-5595-0786**Yeliz KINDAP TEPE**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Psikoloji Bölümü

ORCID ID: 0000-0003-0963-810X**ÖZET**

Teknoloji kullanımındaki hızlı artış ile birlikte, internet ve sosyal medya günlük yaşamın vazgeçilmez parçaları hâline gelmiştir. Özellikle 12-18 yaş arasındaki ergenler, bu teknolojik ortamda doğmuş “dijital yerli” nesiller olarak öne çıkmaktadır. Dijital yerliler, sosyal medya ve internet kullanımının avantajlarından yararlanmaya ve dezavantajlarından etkilenmeye en açık yaş grubunu temsil etmektedir. Günümüzün ergenleri doğduklarından itibaren teknolojiyle iç içe büyümüş olsalar da, yetişkinlerin rehberliğine ve bilgilendirmesine yine de ihtiyaç duymaktadır. Yetişkinler arasında bu rehberliğin önemli bir kısmını ebeveynler gerçekleştirmektedir. Ebeveynlerin çocuklarını teknolojinin faydaları ve zararları konusunda bilgilendirmesi, çocukların dijital dünyadaki deneyimlerinin güvenli olabilmesini mümkün kılacaktır. Tam olarak bu noktada, ebeveynlerin çocuklarının internet ve sosyal medya ile kurdukları ilişkiyi düzenleme ve yönlendirme biçimlerini ifade eden “ebeveyn arabuluculuğu” kavramı önem kazanmaktadır. Alanyazında ebeveyn arabuluculuğu kavramı; aktif, kısıtlayıcı ve birlikte izleme olarak üç farklı stratejiyle açıklanır. Ebeveynler bu stratejileri kullanarak çocuklarının maruz kaldıkları medya içerikleri hakkında bilgi sahibi olabilir, onların medya okuryazarlığını arttırabilir ve tüketilen içerikler üzerinde daha kontrol sahibi olabilirler. Kullanılan stratejiler sayesinde yaşanan etkileşimler de ebeveyn ve çocuk arasındaki iletişimin güçlenmesine yardımcı olurken çocukların olası zararlardan uzaklaşmasına da zemin hazırlar. Bu derlemenin amacı, ebeveyn arabuluculuğu kavramını tanıtmak ve hem çocuklar hem de ebeveynler için olası faydalarını ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Ebeveyn, Çocuk, Ebeveyn Arabuluculuğu, İnternet Kullanımı**A GENERAL OVERVIEW OF PARENTAL MEDIATION****ABSTRACT**

With the exponential rise in technology use, internet and social media have become indispensable parts of daily life. Adolescents aged 12-18, in particular, are “digital natives” who were born into this technological environment. As digital natives, they are the age group most likely to be influenced by both the advantages and potential drawbacks of technology and internet use. Although adolescents are immersed in technology from birth, they still require guidance and information from adults. A significant portion of this responsibility falls on

parents. By informing children about the benefits and risks of technology, parents can help them navigate the digital world more safely. At this point, the concept of “parental mediation” becomes crucial. Parental mediation refers to the ways in which parents regulate and guide their children’s relationship with the internet and technology. In the literature, the concept of parental mediation is explained through three different strategies: active, restrictive, and co-viewing. By using these strategies, parents can gain knowledge about their children's media content exposure, increase their media literacy, and have more control over the content consumed. The interactions that occur through the use of these strategies help strengthen the communication between parents and children while also preparing the ground for children to stay away from potential harms. The purpose of this review is to introduce the concept of parental mediation and highlight its potential benefits for both children and parents.

Keywords: Parent, Child, Parental Mediation, Internet Use

1. GİRİŞ

İçerisinde bulunduğumuz dönemde bilgi ve iletişim teknolojileri hayatımızın olmazsa olmaz bir parçası haline gelmiştir (Lian vd., 2016). Bundan dolayı bilişim teknolojileri kullanımı, lüks bir istek kategorisinden ayrılıp zorunlu ihtiyaçlar arasında yerini almıştır (Salehan ve Negahban, 2013; Yıldız-Durak, 2018). Özellikle mobil cihazlar çok küçük yaştan itibaren kullanılmaya başlanmaktadır. Örneğin, Birleşik Krallık’ta yapılan bir medya kullanım araştırmasının raporuna göre, 12-15 yaş arasındaki çocukların %91’inin kişisel telefonları, %59’unun ise kendilerine ait tabletleri vardır (Ofcom, 2021). Çin’de bulunan 6-18 yaş arası çocukların ise yarısından fazlası sosyal medya kullanımı için cep telefonu kullanmaktadır (CINIC, 2021). Bir yandan da bu yaş grubundaki bireyler doğdukları andan itibaren zamanlarının önemli bir kısmını teknolojiyle iç içe geçirdikleri için bilişim teknolojilerinin “yerlileri” olarak ifade edilebilirler (Forgays vd., 2014).

Yapılan araştırmalar teknoloji kullanımının çocuklar için birçok faydası olabileceği gibi (Gür ve Türel, 2022; Kaçar ve Doğan, 2007; Li ve Atkins, 2004); çocukların ruh, beden sağlığına ve sosyal, duygusal gelişimini olumsuz yönde etkileyebileceğini de göstermiştir (Rosen vd., 2014; Vandewater vd., 2004). Ergenlerin interneti verimli bir şekilde kullanmaları akademik başarılarını ve arkadaşlık ilişkilerini olumlu yönde etkilerken; internetin bilinçsiz kullanımı akademik performansı düşük, yalnız, sosyal çevresinden uzaklaşmış kişilere dönüşmelerine neden olabilmektedir (Makas, 2008; Yücel ve Gürsoy, 2013). Problemlerli internet kullanımı aynı zamanda depresyon, kaygı bozukluğu, stres, anksiyete, uyku bozukluğu, zihinsel gelişim bozukluklarının da nedeni olarak karşımıza çıkabilmektedir (Przybylski ve Weinstein, 2013).

Livingstone ve Bulger (2013), çocukların dijital alana güvenli katılımları ve teknolojik araçları etkili ve verimli kullanmaları için çevrelerindeki yetişkinlerden destek almalarının gerekliliğini vurgulamıştır. Çocuklarla etkileşim miktarları düşünüldüğünde ebeveynler destek alınabilecek yetişkinler sıralamasında ilk sırayı çekmektedir.

Dijital Çağda Ebeveynlik

Ebeveynlik, çocukların bakımı ve sosyalleştirilmesine yönelik tutum, algı, beklenti, bilgi, değer ve eylemleri içeren sistemler bütünü olarak tanımlanabilir (Darling ve Steinberg, 1993). İçerisinde bulunduğumuz dönemde dijital çağın getirdikleriyle beraber yaşam şartları ile birlikte ebeveynlik sorumluluklarını değiştirmiş ve dönüştürmüştür. Ebeveynlerin artık çocuklarını hayata hazırlamalarının yanında teknolojik cihazları kullanabilme becerileri kazandırma ve dijital alandaki haklarını öğretmek gibi sorumlulukları vardır (Livingstone ve Bober, 2004). Bilişim teknolojilerinin aile içerisinde yaygın olarak kullanılması, ebeveynlerin çeşitli yaklaşımlar geliştirmelerini sağlamıştır. Ebeveynlerin internet kullanımı hakkında yapılan bir araştırmada çevrimiçi kaygılılar, inancını yitirmişler, hevesliler olmak üzere üç aile türü tanımlanmıştır (Turow ve Nir, 2000). Çevrimiçi kaygılılar, internetin olumlu yönlerini bilmelerine rağmen aile üzerinde yaratabileceği olumsuz etkilerle daha çok ilgilenen ebeveynleri içerir. İnancını yitirmişler ise internetin olumsuz yönleri hakkında endişe duyup olumlu yönlerini göz ardı eden ebeveynler olarak ifade edilebilir. Hevesliler de internetin olumsuz etkilerini reddeden ve etkileriyle ilgili fazlasıyla olumlu düşünen ebeveynleri ifade etmektedir (Turow ve Nir, 2000).

Baumrind (1971), ebeveynlerin çocuklarına yönelik tutumlarını demokratik dengeli, yetkeci ve izin verici olmak üzere üç alt başlıkta sınıflandırmıştır ve alanyazında yapılan çalışmalarla dördüncü bir stil olarak ihmalkar eklenmiştir. Tanımlanan bu ebeveynlik stillerinin, bilişim teknolojilerinin ve internetin yaygınlaşmasıyla dijital ortamdaki ebeveynlik davranışlarını açıklamada yetersiz kaldığı ifade edilmektedir (Eastin vd., 2006). Ebeveynler, çocuklarının internet kullanımlarına yaklaşımları açısından ele alınmış ve sınıflandırılmıştır. Bu doğrultuda ebeveynlik stilleri günümüzdeki teknoloji kullanımı bağlamında araştırılmaya başlanmış ve ‘‘Aile İnternet Tutum Ölçeği’’ geliştirilmiştir (Valcke vd., 2010). İlgili ölçek kullanılarak yapılan bir araştırmada ebeveynlerin internet kullanım stillerinin farklılaştığı ayrıca internet kullanımları ve internete yönelik tutumları ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Valcke vd., 2010). Dijital ebeveynlik, teknoloji çağının gerekliliklerine göre hareket eden, yeterli düzeyde dijital araçlara hakim, internet ortamındaki olanakların ve risklerin farkında olan, çocuğuna bu

risklerden nasıl korunabileceğini öğretebilen ve teknolojik gelişmeleri takip eden kişi olarak tanımlanabilir (Yurdakul vd., 2013).

Dijital dünya ile çocuklar arasındaki ilişkide ebeveynleri arabulucu (Haddon, 2006; Livingstone ve Helsper, 2008) konuma koyan araştırmalar, ebeveynlerin teknolojinin çocukları üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak ve teknolojiyi faydalı bir şekilde kullanmalarını sağlamak için arabuluculuk yaptıklarını ifade etmektedir. Ebeveyn arabuluculuğu, ebeveynlerin çocuklarının teknoloji ve internet ile ilgili deneyimlerini yönetmeye ve düzenlemeye çalıştığı uygulamalardan oluşur (Livingstone vd., 2015). Bu noktada terminoloji farklılık göstermektedir; ancak 'arabuluculuk' kavramının çocuklar ve internet kullanımı arasındaki ilişkinin ebeveynler tarafından düzenlenmesini ifade ettiği yaygın olarak kabul görmektedir.

Van der Voort ve arkadaşları (1992) televizyon için arabuluculuk stratejilerini aktif/öğretici, kural koyma/kısıtlayıcı ve ebeveyn modellemesi/birlikte izleme olarak üç kategoride sınıflamıştır. Bu sınıflamayla paralel şekilde Nathanson (1999); aktif, kısıtlayıcı ve birlikte izleme şeklinde üç farklı düzenleme stratejisiyle alanyazına katkıda bulunmuştur. Livingstone ve Helsper (2008) ise bu stratejileri tüm medyaya uygulanacak bir şekilde tanımlamıştır. Aktif arabuluculuk, çocuk medyayla etkileşim halindeyken içeriği hakkında konuşmayı içerir ve ebeveynlere çocuklarıyla medya hakkında değerlendirici konuşmalar yapabilmeleri için fırsat sunar (Adigwe ve Van der Walt, 2020). Ebeveynler çocuklarını teknolojinin iyi ve kötü yönleri, teknolojiden nasıl yararlanabilecekleri, tehlikeleriyle nasıl başa çıkabilecekleri ve internette nelerin paylaşılıp paylaşılamayacağı hakkında bilinçlendirir (Livingstone ve Helsper, 2008). Kısıtlayıcı arabuluculuk ise içeriğin anlamı veya etkileri sorgulanmadan, geçirilen zamanın, kullanım yerinin ve içeriğin kısıtlanmasını ve kurallar konulmasını içerir. Çocukların internette geçirdiği zamanı ve yaptıkları etkinlikleri kontrol etmek, sınırlandırmak, belirli koşullara (ev ödevi, evdeki işlere yardım etme vs.) göre belirlemek gibi kurallar aracılığıyla çevrimiçi faaliyetlerin düzenlenmesini ifade etmektedir (Chen ve Chng, 2016). Birlikte kullanım/izleme de ise çocuk teknoloji kullanımıyla meşgulken ebeveynin yanında olması, dolayısıyla ilgilenilen içerik ile alakalı deneyimi yorum yapmadan paylaşması anlamına gelmektedir (Livingstone ve Helsper, 2008).

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Dijital ebeveynlik ve ebeveyn arabuluculuğu kapsamında yapılan araştırmalar incelendiğinde araştırmaların ebeveynlerin ailedeki rolü ve eğitim düzeyi, çocukların cinsiyeti ve yaşları, riskler ve tedbirler gibi değişkenler üzerinde durulduğu gözlemlenmiştir. Eğitim ve gelir seviyesi yüksek olan ebeveynlerin çocuklarının ekran süresi hakkında daha endişeli olduğu

bulunmuştur (Pew, 2015). Ebeveynlerin artan eğitim düzeyi ile birlikte daha fazla birlikte kullanım ve aktif arabuluculuk stratejilerini kullandıkları tespit edilmiştir (Cabello-Hutt vd., 2018). Kız çocuklarının erkeklere karşılaştırıldığında daha fazla ebeveyn arabuluculuğuna maruz kaldığı saptanmıştır (Livingstone ve Helsper, 2008). Bununla paralel şekilde kızların daha fazla kısıtlayıcı arabuluculuk davranışına maruz kaldığı belirtilmektedir (Wright, 2017). Eastin ve arkadaşları (2006) ebeveynlik stilleri ve internet bağlantısına sahip olmanın ebeveyn arabuluculuk stratejileri ile ilişkisini inceledikleri çalışmalarında ebeveynlik stillerinin arabuluculuk stratejileriyle anlamlı bir ilişkisinin olduğunu bulmuştur. Ebeveyn arabuluculuk stratejilerinin kültür tarafından şekillendiği ve ülkeler arası farklılıklar olduğu belirtilmektedir (Livingstone vd., 2017).

Livingstone ve arkadaşları (2017) yaptıkları araştırmada kolaylaştırıcı arabuluculuk davranışı arttıkça çocukların internette karşılaşacakları risklerin ve fırsatların arttığını, kısıtlayıcı arabuluculuk arttıkça ise risklerin ve fırsatların azaldığını bulmuşlardır. Benzer şekilde Steinfeld (2021) yaptığı araştırmada ebeveyn arabuluculuğunu çevrimiçi etkinliklere katılım, risk kaygısı ve riskli davranışlar ile ilişkilendirmiştir. Wright (2017) ise araştırmasında ebeveyn arabuluculuk stratejileri ile ergenlerin siber zorbalık davranışı ve mağduriyeti arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Chen ve arkadaşları (2023) da siber zorbalığı sosyal medya bağlamında incelemiş, bu davranışları önleme noktasında ebeveyn arabuluculuğunun etkisine odaklanmıştır.

Fam ve arkadaşları (2023) tarafından yapılan sistematik inceleme ve meta-analiz çalışmasında, kısıtlayıcı ve aktif medya arabuluculuk stratejileri, çocukların ekran süresini ve problemli medya kullanımını azalttığı bulunmuştur. Yapılan diğer araştırmalar da benzer şekilde, kısıtlayıcı arabuluculuğun, çocukların ekran süresini azaltmada etkinliğini desteklerken, aktif arabuluculuk ve çocuklarla birlikte medya kullanımı, medyanın olası risklerini hafifletmede ve eğitimsel faydaları teşvik etmede daha etkili olmaktadır (Chen ve Shi, 2019; Rodideal, 2020). Lissak (2018) ve Şen ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmalar ise, ebeveynlerin aktif medya arabuluculuğunun, aşırı ekran süresiyle ilişkili problemli davranışları azaltabileceğini göstermiştir.

Paus-Hasenbrink ve arkadaşları (2013) ise ebeveyn etkisinin öneminden bahsetmiş ve çocukların internet kullanımı ile ebeveyn-çocuk ilişkilerinin kalitesi arasında ve ebeveynlerin internet davranışları ile medya arabuluculuk stratejileri arasında olumlu yönde anlamlı ilişkiler bulmuşlardır.

Chandrima ve arkadaşları (2020) yaptıkları çalışmada problemleri internet kullanımı bağlamında ebeveyn arabuluculuğunun internet bağımlılığıyla ilişkisine odaklanmışlardır. Chang ve arkadaşları (2015) ise ebeveyn arabuluculuğu, internet bağımlılığı, siber zorbalık ve depresyon değişkenleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. De Morentin ve arkadaşları (2014) ise kültürlerarası bir örnekleme yürüttükleri çalışmalarında ebeveyn arabuluculuğu ile internet kullanımı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Collier ve arkadaşları (2016) ise olası risk davranışlarını bir arada ele alarak, ebeveynlerin arabuluculuk stratejileri, çocukların internette geçirdikleri zaman, saldırganlık, cinsel davranışlar ve madde kullanımı üzerine bir meta analiz çalışması gerçekleştirmişlerdir.

Işıkoğlu, Budak ve Guzen (2025) 2-4 yaş arasındaki çocukların dijital oyun bağımlılıklarını ve ebeveyn rehberlik stratejilerini inceledikleri boyamsal çalışmalarında, pandemi öncesi ve sonrası dönemde ebeveyn arabuluculuğunda istikrar olduğunu ortaya koymuşlardır. Ebeveynlerin aktif rehberlik stratejilerinin üç zaman diliminde (pandemi öncesi, sırasında ve sonrası) de tutarlılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Cheng, Huang ve Lai (2025) aktif ebeveyn arabuluculuğunun siber zorbalık yapma ve mağduriyet yaşama için koruyucu bir faktör olabileceğini ancak kısıtlayıcı ebeveyn arabuluculuğunun siber zorbalık yapma ve mağduriyet yaşama olasılığını artırabileceğini bulmuşlardır.

3. SONUÇ

Teknolojinin ve internetin hayatın önemli parçası olduğu günümüzde internet ve mobil cihaz kullanım yaşı oldukça düşmüştür. Telefonlar ve tabletler çocukların ellerine birer susturucu misali çok erken yaşlarda verilmektedir. Bu da onları internetin yerlileri haline getirmektedir. Çocuk eline geçen cihaz hakkında bilgilendirilmez ve yönlendirilmez ise faydalarından çok zararlarıyla karşı karşıya kalabilir. Tam olarak bu noktada çocuğun ilk eğitim almaya öğrenmeye başladığı yer olan aile yani ebeveynleri kritik öneme sahiptir. Ebeveynler çocuklarını ellerindeki mobil cihazlar ve internet konusunda bilinçlendirmeli, olası tehlikelerden onları haberdar etmelidir. İnternet ve çocukları arasında bir köprü olmalı, arabuluculuk sağlamalıdır. Çocukların internetin faydalı yönlerinden en iyi şekilde faydalanabilmesi ve zararlarından korunabilmesi için ebeveyn ve çocuk iletişiminin iyi olması büyük öneme sahiptir. Çünkü arabuluculuk davranışı ebeveyn çocuk etkileşiminden geçer. Olabildiğince baskıcı tutumdan kaçınılmalı, sağlıklı iletişim kurularak çocuklar bilgilendirilmeli ve ortak paylaşımla beraber sorumluluğu beraber üstlenmelidirler. Ebeveynlerin bu konularda bilinçlendirilmeleri çocukları olası tehlikelerden korumak için kritik

öneme sahiptir. Ebeveynlerin bilgilendirilmesi bilinçlendirilmesi için çeşitli eğitim programlarına ulaşmaları sağlanabilir. Bu sayede çocukların internet bağımlılığı, madde kullanımı ve riskli etkinliklere katılım oranları azaltılabilir.

KAYNAKÇA

- Adigwe, I., & Van der Walt, T. (2020). Parental mediation of online media activities of children in Nigeria: A parent-child approach. *Computers in Human Behavior Reports*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2020.100041>
- Baumrind, D. (1971). Current patterns of parental authority. *Developmental Psychology*, 4(1p2), 1-103. <https://doi.org/10.1037/h0030372>
- Cabello-Hutt, T., Cabello, P., & Claro, M. (2018). Online opportunities and risks for children and adolescents: The role of digital skills, age, gender and parental mediation in Brazil. *New Media & Society*, 20(7), 2411-2431. <https://doi.org/10.1177/1461444817724168>
- Chandrima, R. M., Kircaburun, K., Kabir, H., Riaz, B. K., Kuss, D. J., Griffiths, M. D., & Mamun, M. A. (2020). Adolescent problematic internet use and parental mediation: A Bangladeshi structured interview study. *Addictive Behaviors Reports*, 12, 100288. <https://doi.org/10.1016/j.abrep.2020.100288>
- Chang, F. C., Chiu, C. H., Miao, N. F., Chen, P. H., Lee, C. M., Chiang, J. T., & Pan, Y. C. (2015). The relationship between parental mediation and Internet addiction among adolescents, and the association with cyberbullying and depression. *Comprehensive Psychiatry*, 57, 21-28. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2015.01.007>
- Chen, L., & Shi, J. (2019). Reducing harm from media: A meta-analysis of parental mediation. *Journalism & Mass Communication Quarterly*, 96(1), 173-193. <https://doi.org/10.1177/1077699018754908>
- Chen, L., Liu, X., & Tang, H. (2023). The interactive effects of parental mediation strategies in preventing cyberbullying on social media. *Psychology Research and Behavior Management*, 1009-1022. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S420612>
- Chen, V. H. H., & Chng, G. S. (2016). Active and restrictive parental mediation over time: Effects on youths' self-regulatory competencies and impulsivity. *Computers & Education*, 98, 206-212. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.004>
- Cheng, M., Huang, S., & Lai, X. (2025). Digital parenting mediation, social and emotional competence, and well-being in different groups of Chinese children in cyberbullying roles. *Asia-Pacific Education Researcher*, 34(1), 75-92. <https://doi.org/10.1007/s40299-024-00838-1>
- CINIC. (2021). The 2020 national survey report on minor Internet users. <http://www.cnnic.net.cn/hlwfzyj/hlwxbzg/qsnbg/202107/P020210720571098696248.pdf>
- Collier, K. M., Coyne, S. M., Rasmussen, E. E., Hawkins, A. J., Padilla-Walker, L. M., Erickson, S. E., & Memmott-Elison, M. K. (2016). Does parental mediation of media influence child outcomes? A meta-analysis on media time, aggression, substance use, and sexual behavior. *Developmental Psychology*, 52(5), 798-812. <https://doi.org/10.1037/dev0000121>
- Darling, N., & Steinberg, L. (2017). Parenting style as context: An integrative model. In *Interpersonal development* (pp. 161-170). Routledge.
- De Morentin, J. I. M., Cortés, A., Medrano, C., & Apodaca, P. (2014). Internet use and parental mediation: A cross-cultural study. *Computers & Education*, 70, 212-221. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.08.008>
- Eastin, M. S., Greenberg, B. S., & Hofschire, L. (2006). Parenting the internet. *Journal of Communication*, 56(3), 486-504. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.2006.00039.x>
- Fam, J. Y., Männikkö, N., Juhari, R., & Kääriäinen, M. (2023). Is parental mediation negatively associated with problematic media use among children and adolescents? A systematic review and meta-analysis. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement*, 55(2), 89. <https://doi.org/10.1037/cbs0000320>

- Forgays, D. K., Hyman, I., & Schreiber, J. (2014). Texting everywhere for everything: Gender and age differences in cell phone etiquette and use. *Computers in Human Behavior*, 31, 314-321. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.10.020>
- Gür, D., & Türel, Y. K. (2022). Parenting in the digital age: Attitudes, controls and limitations regarding children's use of ICT. *Computers & Education*, 183, 104504. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104504>
- Haddon, L. (2006). The contribution of domestication research to in-home computing and media consumption. *The Information Society*, 22(4), 195-203. <https://doi.org/10.1080/01972240600721269>
- Işıkoğlu, N., Budak, K. S., & Guzen, M. (2025). A longitudinal study of children's digital play addiction tendencies and parental guidance strategies. *Early Childhood Education Journal*, 53(3), 869–879. <https://doi.org/10.1007/s10643-024-01633-9>
- Kacar, A. Ö., & Doğan, N. (2007). Okul öncesi eğitimde bilgisayar destekli eğitimin rolü. *Akademik Bilişim*, 31, 1-11.
- Lian, L., You, X., Huang, J., & Yang, R. (2016). Who overuses smartphones? Roles of virtues and parenting style in smartphone addiction among Chinese college students. *Computers in Human Behavior*, 65, 92-99. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.016>
- Lissak, G. (2018). Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. *Environmental Research*, 164, 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.028>
- Livingstone, S., & Bulger, M. E. (2013). A global agenda for children's rights in the digital age. *Journal of Children and Media*, 7(3), 319-334. <https://doi.org/10.1080/17482798.2013.800319>
- Livingstone, S., & Bober, M. (2004). UK children go online: Surveying the experiences of young people and their parents. EU Kids Online Project.
- Livingstone, S., & Helsper, E. J. (2008). Parental mediation of children's internet use. *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, 52(4), 581-599. <https://doi.org/10.1080/08838150802437396>
- Livingstone, S., Mascheroni, G., Dreier, M., Chaudron, S., & Lagae, K. (2015). How parents of young children manage digital devices at home: The role of income, education and parental style. EU Kids Online.
- Livingstone, S., Ólafsson, K., Helsper, E. J., Lupiáñez-Villanueva, F., Veltri, G. A., & Folkvord, F. (2017). Maximizing opportunities and minimizing risks for children online: The role of digital skills in emerging strategies of parental mediation. *Journal of Communication*, 67(1), 82-105. <https://doi.org/10.1111/jcom.12275>
- Li, X., & Atkins, M. S. (2004). Early childhood computer experience and cognitive and motor development. *Pediatrics*, 113(6), 1715-1722. <https://doi.org/10.1542/peds.113.6.1715>
- Makas, Y. (2008). Lise öğrenimi gören gençlerin internet kullanımının psikososyal durum ile ilişkisi (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Nathanson, A. I. (1999). Identifying and explaining the relationship between parental mediation and children's aggression. *Communication Research*, 26(2), 124-143. <https://doi.org/10.1177/009365099026002002>
- Ofcom. (2021). Children and parents: Media use and attitudes report. https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0025/217825/children-and-parents-media-use-and-attitudes-report-2020-21.pdf
- Paus-Hasebrink, I., Bauwens, J., Dürager, A. E., & Ponte, C. (2013). Exploring types of parent-child relationship and internet use across Europe. *Journal of Children and Media*, 7(1), 114–132. <https://doi.org/10.1080/17482798.2012.739807>
- Rodideal, A. A. (2020). A systematic literature review searching for a comprehensive dynamic model of parental digital mediation strategies. *Revista De Stiinte Politice*, 65, 157–174.
- Rosen, L. D., Lim, A. F., Felt, J., Carrier, L. M., Cheever, N. A., Lara-Ruiz, J. M., ... & Rokkum, J. (2014). Media and technology use predicts ill-being among children, preteens and teenagers independent of the negative health impacts of exercise and eating habits. *Computers in Human Behavior*, 35, 364-375. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.01.014>
- Salehan, M., & Negahban, A. (2013). Social networking on smartphones: When mobile phones become addictive. *Computers in Human Behavior*, 29(6), 2632-2639. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.07.023>

- Steinfeld, N. (2021). Parental mediation of adolescent Internet use: Combining strategies to promote awareness, autonomy and self-regulation in preparing youth for life on the web. *Education and Information Technologies*, 26(2), 1897-1920. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10487-6>
- Şen, M., Demir, E., Teke, N., & Yılmaz, A. (2020). Development of early childhood parental media mediation scale. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Education Faculty*, 53, 228–265. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.646852>
- Turow, J., & Nir, L. (2000). The Internet and the family, 2000: The view from parents, the view from kids. Report Series No. 33.
- Valcke, M., Bonte, S., De Wever, B., & Rots, I. (2010). Internet parenting styles and the impact on Internet use of primary school children. *Computers & Education*, 55(2), 454-464. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.008>
- Van der Voort, T. H., Nikken, P., & Van Lil, J. E. (1992). Replication: Determinants of parental guidance of children's television viewing: A Dutch replication study. *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, 36(1), 61-74. <https://doi.org/10.1080/08838159209364185>
- Vandewater, E. A., Shim, M. S., & Caplovitz, A. G. (2004). Linking obesity and activity level with children's television and video game use. *Journal of Adolescence*, 27(1), 71-85. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.10.005>
- Wright, M. F. (2017). Parental mediation, cyberbullying, and cybertrolling: The role of gender. *Computers in Human Behavior*, 71, 189-195. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.027>
- Yıldız Durak, H. (2018). What would you do without your smartphone? Adolescents' social media usage, locus of control, and loneliness as a predictor of nomophobia (Doctoral dissertation).
- Yurdakul, İ. K., Dönmez, O., Yaman, F., & Odabaşı, H. F. (2013). Digital parenting and changing roles. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 12(4), 883-896.
- Yücel, N., & Gürsoy, F. (2013). Ergenlerin akran ilişkileri ile yalnızlık düzeylerinde internet kullanımının etkisi. In *İnternet bağımlılığı sorunlar ve çözümler* (pp. 211-230).

SHARENTİNG: GENEL BİR BAKIŞ**Şevval ÇAMUR¹**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Psikoloji AnaBilim Dalı

ORCID ID: 0009-0000-1004-6553**Prof. Dr. Yeliz KINDAP TEPE²**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Psikoloji Bölümü

ORCID ID: 0000-0003-0963-810X**ÖZET**

Son zamanlarda sosyal medya kullanımının artmasıyla birlikte sosyal mecralar ebeveynlerin uğrak noktası haline gelmiştir. Ebeveynler, bu mecralarda kendileri ile ilgili yaptıkları paylaşımların yanında çocuklarını da çok sık paylaşmaktadırlar. Alan yazında “Sharenting” kavramıyla ifade edilen bu durum; ebeveynlerin sosyal medya platformlarında çocuklarına dair bilgileri ve çocuklarının resimlerini paylaşımında bulunmasını ifade etmek için kullanılmaktadır. Türkçeye “paylaşan ebeveynlik” olarak çevrilen sharenting, İngilizce’de “share” ile “parenting” kelimelerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Ebeveynlerin çocukları ile ilgili paylaşımları sıklıkla çocuğun olumlu deneyim ve duygu durumlarını (mutluluk, komik anlar veya doğum günü gibi özel günler) yansıtmaktadır. Buna ek olarak, ebeveynler çocuklarıyla ilgili uygunsuz içerikleri çevrimiçi ortamlarda paylaşmaktan kaçındıklarını ifade etmektedir; fakat ebeveynlerin sosyal medya hesaplarına yönelik içerik analizleri, uygunsuz içeriklerin paylaşıldığını ayrıca çocukların kişisel bilgilerinin de paylaşıldığını ortaya koymaktadır. Böylece ebeveynler istemeden çocuklarının mahremiyetini ihlal etmekte ve paylaşımların kamuya açık yapılmasıyla da diğer insanlar tarafından çocuklarının istismar edilmesine sebep olabilmektedirler. Ebeveynlerin paylaşım motivasyonları; iyi bir ebeveyn olduklarını kanıtlamak ya da aile ilişkilerini göstermek, mutlu hissetmek gibi durumlara dayanmaktadır. Bu paylaşımlar ebeveynler açısından olumlu sonuçlar doğursa da çocuklar açısından hem şu an için hem de gelecekte olumsuz sonuçlar doğurabileceği söylenebilir. Bu sonuçlar; siber zorbalık, çocuk istismarı, kimlik hırsızlığı gibi çocuğun mahremiyetini ve iyi oluş halini potansiyel olarak olumsuz etkileyebilecek sonuçlardır. Ayrıca çocuklar açısından gelişimsel sorunlar, psikolojik iyi oluş halinde bozulma ve ebeveyn-çocuk arasındaki ilişkinin olumsuz etkilenmesi gibi sonuçlara da sebep olabilmektedir. Bu kapsamda, paylaşan ebeveynlik çalışılması gereken önemli bir konu olmaktadır. Bu derlemenin amacı paylaşan ebeveynliğin ne olduğu, paylaşımların içeriği ve sebeplerinin neler olduğu, paylaşan ebeveynliğin olası risklerinin neler olduğunu keşfetmeyi amaçlamaktadır. Paylaşan ebeveynliğin olası yıkıcı sonuçlarının önlenmesi için psikoeğitim gibi müdahale yöntemleriyle ebeveynlerin

farkındalıklarının artırılmasına yönelik ve çocukları olası tehlikelerden korumak için bu konuda alınabilecek önlemler için de alanyazındaki bulgulara dayanarak öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Paylaşan ebeveynlik, sosyal medya, ebeveyn, çocuk

SHARENTING: AN OVERVIEW

ABSTRACT

With the growing prevalence of internet use, social media platforms have increasingly become spaces frequently used by parents. Alongside posts about themselves, parents often share content about and of their children. This phenomenon, referred to in the literature as sharenting, describes the act of parents sharing information about and images of their children on social media platforms. The term sharenting, translated into Turkish as “paylaşan ebeveynlik,” combines the English words “share” and “parenting.” Parents’ posts about their children frequently portray positive experiences and emotional states (such as moments that reflect happiness and humor or special occasions like birthdays). Moreover, although parents report avoiding the sharing of inappropriate content about their children, content analyses of parental social media accounts reveal that inappropriate materials and children’s personal information are, in fact, being shared. Consequently, parents may inadvertently violate their children’s privacy, and by making such posts publicly accessible, they may expose their children to potential exploitation or abuse. Parents’ motivations for sharing often stem from desires such as proving themselves to be good parents, displaying familial relationships, or feeling happy and validated. While these posts may yield positive outcomes for parents, they can have negative consequences for children both in the present and in the future. These consequences may include risks such as cyberbullying, child exploitation, and identity theft, all of which can potentially harm the child’s privacy and overall well-being. Furthermore, sharenting may lead to developmental problems, deteriorations in children’s psychological well-being, and strain in parent–child relationships. In this context, sharenting represents an important issue that warrants further study. The purpose of this review is to explore what sharenting entails, the content and motivations behind the act of sharenting, and the possible risks associated with the act. Based on findings in the existing literature, this paper also offers recommendations for increasing parental awareness through interventions such as psychoeducation and for implementing preventive measures to protect children from potential online threats.

Keywords: Sharenting, social media, parents, children

1. GİRİŞ

Günümüzde internete erişimin hızla artmasıyla birlikte internet kullanımı da giderek artmaktadır. İnternetin hızla yayılması hatta evlerimize kadar girmesiyle birlikte sosyal medya kullanımı da giderek yaygınlaşmıştır. We Are Social'ın (WAS) 2024 raporuna göre dünya nüfusunun neredeyse %62'sinin sosyal medya uygulamalarını kullandığı görülmüştür. Sosyal medya sahip olduğu özellikler bakımından her kesimden insanı cezbederek yalnızca genç ve yetişkinlerin değil ebeveynlerinde çok sık uğrak noktası haline gelmektedir.

Ebeveynler gerek kendini ifade etmek gerekse ebeveynliğin bir göstergesi (Collett, 2005) olarak sosyal mecraları çok sık kullanmaktadırlar. Bu yüzden ebeveynler kendileriyle ilgili yaptıkları paylaşımların yanı sıra çocuklarının yaşamlarını ve onlara ait bilgileri de çok sık bu mecralarda paylaşmaktadırlar. Bu artışa yönelik birçok çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmalara bakıldığında; ebeveynlerin paylaştıkları fotoğrafların %42.8'lik kısmının (Erişir vd., 2018), yapılan başka bir çalışmada ise paylaşımlarının %75.5'inin çocuklarını içerdiği görülmüştür (Brosch, 2016). Yani ebeveynlerin paylaşım yaptıkları her iki fotoğraftan biri hatta her dört fotoğraftan üçü çocuklarını içermektedir. Nominet (2018) yaptığı çalışmada, İngiliz ebeveynlerin önceki yıla oranla sosyal medya da %54 daha fazla çocuklarının fotoğrafını paylaştıkları bulunmuştur. Sosyal medya ile ün kazanmış annelerin hesaplarında ise neredeyse paylaşımlarının çoğunun (%83) çocuklarının fotoğrafları olduğu görülmüştür (Baştemur vd., 2021). Alan yazında “Sharenting” ile ifade edilen bu durum; ebeveynlerin sosyal medya platformlarında çocuklarıyla ilgili bilgileri ya da onların resimlerini paylaşma alışkanlığını ifade etmek için kullanılmaktadır (Sharenting, Collins Dictionary). Tükçeye “paylaşan ebeveynlik” olarak çevrilen bu kavram, İngilizce “share” ve “parenting” yani “paylaşmak” ve “ebeveyn” kelimelerinden türetilmiştir (Brosch, 2018).

Amerika'da ebeveynlerin neredeyse %75'i çocuklarıyla ilgili resim, hikâye ya da videoları paylaşıırken (Security.org., 2021), Birleşik Krallıkta, ebeveynlerin büyük bir kısmının (%94) paylaşımda bulunduğu (Dockterman, 2013), Türkiye'de ise annelerin neredeyse %85'i gibi yüksek bir oranının çocuklarını paylaştıkları görülmüştür (Aslan vd., 2020). Nerede olursa olsun paylaşan ebeveynlik ebeveynler arasında giderek hızla yayılmakta ve yaygın bir uygulama haline geldiği dikkat çekmektedir (Bartholomew, 2012; Brosch, 2016; Dockterman 2013). Security.org (2021) yaptıkları anket çalışması sonuçlarına göre, ebeveynlerin dörtte üçünden fazlası çocuklarıyla ilgili fotoğrafları ve videoları paylaştıkları görülmüştür. Ayrıca annelerin neredeyse hepsi (%98) çocuklarının fotoğraflarını paylaşıırken (Bartholomew, 2012) babaların ve bekar ebeveynlerin çocuklarının kişisel bilgilerini paylaşma noktasında daha

dikkatli oldukları imajını verirken aslında çocuklarını paylaşmaya daha istekli oldukları görülmüştür (Hoy vd., 2023). En çok paylaşım yapan ebeveynlerin anneler olduğu görülmekle birlikte (Bartholomew, 2012) her iki ebeveynde çocuklarıyla ilgili paylaşımlar yapmaktadır (Ammari vd., 2015).

Ebeveynler tarafından yapılan paylaşımların içeriklerine bakıldığında ebeveynlerin daha çok çocuklarının mutlu ve komik hallerini, hayatının dönüm noktası sayılabilecek (emeklemek, yürümeye başlamak vb.) anlarını (Kumar vd., 2015), doğum günü gibi özel günlerini (Brosch, 2016) ya da bir sınavı geçme ya da tamamlama gibi özel başarılı anlarını (Lazard, 2018) daha sık paylaştıklarını ama çocuğu ifşa eden (ağlayan ya da çıplak) fotoğrafları ise paylaşmaktan kaçındıklarını ifade ettikleri görülmüştür (Kumar vd., 2015). Ancak ebeveynlerin sosyal medya hesaplarına bakıldığında durumun daha farklı olduğu paylaşımların sadece özel gün ve durumlardan ibaret olmadığı görülmüştür (Maraşlı vd., 2016). Ebeveynler istemeden de olsa çocuklarının uygunsuz sayılabilecek (çıplak ya da yarı çıplak) en az bir fotoğrafını paylaştıkları görülmüştür. (Brosch, 2016). Öyle ki annelerin %36.7 çocuklarının fotoğraflarını paylaşmanın yanlış ve suç olduğunu bilmelerine rağmen yine de paylaşımda bulunmaya devam etmişlerdir (Aslan vd., 2020). Yani ebeveynlerin çocuklarını sosyal medya da paylaşmaya her durumda istekli oldukları görülmektedir. Bu isteklerinin altında yatan motivasyona bakıldığında ise; çocuklarını yakın çevresine gösterme isteğini sosyal medya aracılığı ile yapması olabilmektedir. Çünkü ebeveynler geçmişte, çocuklarıyla ilgili fotoğrafları saklamak için fotoğraf albümleri oluşturmakta ve bu albümleri ailesine ve yakınlarına somut bir şekilde göstermekteydiler. Teknoloji ve internetin hızla gelişmesiyle birlikte ebeveynler bu alışkanlığı sosyal medya araçlarına taşımışlardır (Kumar vd., 2015). Öyle ki ebeveynlerin hesaplarına bakıldığında sosyal medya arkadaşlarının daha çok aile üyeleri ve akrabaları olduğu görülmüştür (Bartholomew, 2012). Aslında yakın çevre onların çocuklarını görmek ve gelişim aşamalarını takip etme isteği taşımakla birlikte ebeveynlerde onlara çocuğunun güncel hallerini paylaşma isteği içerisine girmektedir. Ebeveynler bu istek doğrultusunda geçmişte çevrim dışı yapmış oldukları paylaşımları artık çevrim içi halde yapmaya çalışmaktadırlar. Bu yüzden çocuklarının fotoğraflarını, videolarını ve onunla ilgili bilgileri paylaşarak yakınlarını çocuğunun güncel durumu hakkında bilgilendirmektedirler (Brosch, 2016). Bir diğer motivasyon ise ebeveyn kimliğinin toplum tarafından onaylanmasıdır. Ebeveynlik, toplumda oldukça önemli görülen sosyal bir roldür. Bu yüzden ebeveynler diğer insanlarla sosyal etkileşim kurarak “iyi anne” kimliğini meydana getirmek ve bu kimliği onaylatmak amacıyla paylaşımlarda bulunmaktadırlar (Collett, 2005). Ebeveynler sosyal destek almak için de sosyal

medyaları kullanmaktadırlar. Dörtte bir ebeveynin yaşadığı ebeveynlik sorunları için sosyal medya platformlarını kullandıkları ve oradan destek aldıkları görülmüştür. Ayrıca annelerin destek aldıklarını ifade etme durumları babalardan üç kat fazla olduğu da görülmüştür (Duggan vd., 2015). Ebeveynler ayrıca paylaşım yaptıkça gönderilerine gelen beğeni ve yorumlarla diğer insanlarla etkileşime girmektedirler. Cino ve arkadaşlarının (2020) yapmış oldukları bir çalışmada, çocuğunun paylaşılan fotoğraflarının beğenilmesinin ebeveynlerin çocukları hakkında daha fazla bilgi paylaşma olasılığını arttırabileceğini göstermişlerdir. Ebeveynlerin sosyal medya arkadaşlarıyla daha fazla ilişki kurup etkileşime girdiklerinde, ebeveyn uyumlarının iyi olduğu da görülmüştür (Bartholomew, 2012). Ebeveynler, iyi bir ebeveyn olduklarını kanıtlama isteğinden (Lazard, 2018) ya da aile ilişkilerini geliştirdiklerini diğerlerine göstermek (Esfandiari vd., 2018), mutlu hissetmek ve takdir edilmek için (Ömür vd., 2022) paylaşımında bulundukları görülmüştür. Bu sebeplere son sebep olarak da ebeveynler para kazanmak amacıyla sosyal medya platformlarında çocuklarının fotoğraflarını paylaştıkları görülmüştür (Abidin, 2015; Erişir vd., 2018).

Paylaşan ebeveynliğin hızla yayılması ve ona karşı büyüyen ilgiye rağmen çocuk ve ergenlerin bu paylaşımlara karşı tutumunu inceleyen araştırmalar alan yazında sınırlı sayıdadır. Bu çalışmalara bakıldığında; çocukların yaklaşık %20'sinin ebeveynlerinin sosyal medya hesaplarında kendileriyle ilgili paylaşımlarda bulunduklarını düşündüklerini ve yaklaşık çocukların %12'si yapılan bu paylaşımları ebeveynlerinden silmesini istedikleri görülmüştür (Garmendia vd. 2022). Sarkadi ve arkadaşlarının (2020) yaptıkları çalışmada da İsveçli çocukların genel olarak paylaşan ebeveynliğe karşı olumsuz tutumda oldukları gözlenmiştir. Ergenlik öncesi çocukların, bu paylaşımlardan çoğu zaman rahatsız olduklarını ve bu durumun ebeveyn-çocuk arasında ki gizlilik sınırına da sıkıntı bir hale getirdiği görülmüştür (Lipu ve Siibak, 2019). Ergenlerin paylaşıma karşı olumsuz oldukları, özellikle kendilerine sorulmadan yapılan paylaşımlarda paylaşan ebeveynliği daha az kabul edici oldukları ama eğer bir akraba ile paylaşım yapılacaksa bunun en kabul edilebilir bir durum olarak görmüşlerdir (Sarkadi vd., 2020). Yine ergenlerin paylaşan ebeveyne karşı çıktığını gösteren araştırmalarda mevcuttur (Lipu ve Siibak, 2019; Verswijvel vd., 2019). Ergenlerin paylaşan ebeveyne karşı tutumlarını olumlu ya da olumsuz etkileyen bazı durumlar da olmaktadır. Daha sık paylaşıma maruz kalan ergenler ya da sosyal medyada kendisinin kendine ait kişisel bilgileri paylaşması durumunda paylaşan ebeveynliğe karşı daha pozitif tutum içerisinde oldukları, online mahremiyetle daha çok ilgili olan ergenlerin ise ebeveyn paylaşımlarından hayal kırıklığına uğradıkları

görülmüştür (Verswijvel vd., 2019). Ayrıca paylaştan ebeveynlik ebeveynler ve çocukları arasında bir anlaşmazlık konusu da olmaktadır (Zhu vd., 2024)

Çocuklarının ne düşündüklerine dikkat etmeden ebeveynler paylaşım yapmaya devam etmektedirler. Bu da akıllara ebeveynlerin çocuklarının bilgilerini paylaşırken ne kadar dikkatli davrandıkları sorusunu getirmektedir. Yapılan ebeveyn paylaşımlarında, ebeveynlerin büyük bir çoğunluğunun (%95.6) çocuklarının uygun olmadığı düşünülen en az bir fotoğrafını paylaştıkları (Brosch, 2016), genç annelerin paylaşımlarında da yanlışlıkla çocuklarının tam isimlerini ve adreslerini ifşa ettikleri hatta çocuklarının soyunurken çekilmiş olan fotoğraflarını da yanlışlıkla paylaştıkları görülmüştür (Hasanah vd., 2022). Hatta annelerin çoğu yapmış oldukları bu paylaşımların yanlış olduğunu bilmelerine rağmen paylaşımlarına devam ettikleri (Aslan vd., 2020) ve ebeveynlerin sosyal medya hesaplarında gizlilik ayarlarını çok kullanmadıkları görülmüştür (Brosch, 2016). Öyle ki ebeveynlerin dörtte biri gizlilik ayarının nereden yapılacağını bilmediklerini de ifade etmişlerdir (Nominet, 2018). Bu sonuçlardan yola çıkarak ebeveynler tarafından yapılan paylaşımların herkes tarafından kolaylıkla erişilebilir bir halde olduğu görülmektedir. Bu yüzden çocukların fotoğraflarının yanlış insanların eline geçme olasılığı da ebeveynleri tarafından artırılmış olmaktadır. Bu çalışmalardan yola çıkarak, ebeveynler isteyerek veya istemeyerek yaptıkları paylaşımlarda çocuklarının en gizli bilgilerini bile açık bir halde kamuya sunmaktadırlar. Bu yüzden de paylaştan ebeveynlik, çocuğun mahremiyetini potansiyel olarak olumsuz etkilemektedir. Ayrıca ebeveynler bu paylaşımlarla çocuklarının dijital ayak izlerini oluşturarak önemli bir sorunu ortaya çıkarmaktadırlar. Ebeveynler tarafından oluşturulan bu dijital ayak izleri gelecekte yanlış kişilerin karşısına çıkması durumunda kötü amaçlar için bir araç olabilmektedir. Ayrıca paylaştan ebeveynlik siber zorbalık, kimlik hırsızlığı ve çocuğu olumsuz etkileyebilecek diğer problemlere de sebep olabilmektedir (Wachs vd., 2021). Bu problemler; çocuk istismarı, çocuk pornografisi, dijital kaçırlma, çocuk hakları mahrumiyeti gibi problemlerdir (Kuyumcu, 2023).

Ebeveynlerin çocuklarını paylaşımları ve hesap gizliliklerine dikkat etmemeleri çocuklarıyla ilgili yaptıkları paylaşımlara herkesin erişmesine olanak tanımaktadır. Baştemur ve arkadaşlarının (2021) sosyal medya hesabı herkese açık bir sosyal medya fenomeni annenin hesabını inceledikleri bir araştırmada; çocuğun okuduğu okul, yaşadığı şehir ve hatta ev adresi gibi bilgilere ulaşmışlardır. Bu sonuçlar kötü niyetli kişiler tarafından da rahatlıkla ulaşılabilir. Çünkü bazı ebeveynlerin paylaşım yapmalarının yanında sosyal medya gizlilik ayarlarını da kullanmamaktadır (Nominet, 2018). Bu da isteyen herkesin hesaplarına erişip çocuklarının fotoğraflarına rahatlıkla ulaşmasına sebep olmaktadır. Bu yüzden bu ebeveyn hesapları pedofili

bireyler için erişimi kolay bir hale gelmektedir. Hatta çocuk istismarcılığı da bu hesaplar da rahat bir şekilde yapılabilir. Ebeveynler çocuklarıyla ilgili onun kimliğini açığa çıkaracak birçok kişisel bilgiyi paylaşabilirler ve bu paylaşımlar çocuğun ileriki yaşamında aşağılanmasına ve siber zorbalığa maruz kalmasına da sebep olabilmektedir. Burada belki de en önemli mesele ebeveynlerin çocuklarının rızasını almadan hatta onlar daha dünyaya gelmeden onlara bir çevrim içi kimlik oluşturmalarıdır. Fakat ebeveynler çocuğundan onay almak için çocuğunun yaşının küçük olduğunu ve ebeveyn olarak onun yasal temsilcisi olduğunu bu yüzden de onay verme haklarına kendilerinin sahip olduklarını ifade ederek yaptıkları bu paylaşımları haklı çıkarmaya çalışabilirler. Kopecky ve arkadaşlarının (2020) yapmış oldukları çalışmada ebeveynlerin %20'sinin çocuklarından izin aldığını ama %72.5'nin yaptıkları paylaşımların çocukları için herhangi bir risk olarak görmedikleri görülmüştür. Yapılan bir diğer çalışmada ebeveynlerin yarısından fazlasının çocuk hakkında yapılan paylaşımların kötü amaçlarla (çocuk pornografisi, dijital kaçırma, zorbalık) kullanılmasıyla ilgili endişelenmektedirler (Cino vd., 2020). İranlı ebeveynler ile yapılan çalışmalarda, bazı ebeveynlerin paylaşan ebeveynliğin olumsuz yönleri hakkında endişelerinin kaynağı olarak “nazar” kültürel sembolü görülmüştür (Esfandiari vd., 2022). Yani ebeveynler nazar değer endişesi ile çocuklarını paylaşmaya karşı daha kaygılı yaklaşmışlardır. Paylaşan ebeveynliğe karşı nazar noktasında kültürel farklılıkların olabileceği düşünülse de Türk ve İngiliz annelerin paylaşan ebeveynlik ile ilgili görüşlerini araştıran Günüş (2020) teknolojiye dayalı konuların, toplumlar ve anneler üzerinde benzer etkilere sebep olduğunu göstermiştir. Bu bulgudan yola çıkarak paylaşan ebeveynlik için kültürel farklılığın olamayacağı söylenebilir.

Ebeveynlerin teknolojiye karşı bilgisi arttıkça paylaşan ebeveynlik olasılığının yükseldiği, ayrıca çocuklarının gizliliği hakkında kaygıları olan ebeveynlerin paylaşan ebeveynliğe daha yatkın oldukları da bulunmuştur (Bhroin vd., 2022). Ayrıca ebeveynlerin çocuklarının sosyal mecralardaki etkinliklerini sık denetlemesi daha az paylaşan ebeveynlik yapmasına sebep olurken (Garmendia vd., 2022) yapılan bir başka çalışmada çocuklarını çevrim içi kontrol eden ve onların gizliliğine önem veren ebeveynlerin paylaşan ebeveynlik yapma olasılıklarını yüksek bulunmuştur (Bhroin vd., 2022). Bu bulguyu destekleyen bir diğer çalışmada ebeveynler paylaşım konusunda gizlilik ayarlarını dikkate aldığını ifade etmesine karşın gerçekte bunu uygulamadıkları görülmüştür (Ömür vd., 2022).

Paylaşan ebeveynlik, ebeveynler arasında günlük hayatın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Fakat kendi kararlarını verme yaşına gelmemiş, henüz gerçek hayatta bir kimlik oluşturamamışken ebeveynleri tarafından sanal kimliği oluşturulan çocukların, ebeveynleri

tarafından onlara sorulmadan yapılan paylaşımlarının çocuklar üzerinde hem şimdi hem de gelecekte olumsuz etkilerinin görülmesi oldukça olasıdır. Ayrıca çocuklar büyüdükçe kimlik geliştirmeye başlamakta ve geliştirdikleri bu kimliği sosyal medya vasıtasıyla sunmak isteyebilmektedirler. Fakat ebeveynleri çocukların sanal ayak izlerini oluşturarak onların bireyselliğini ve duygularını olumsuz yönde etkileyebilir. Hatta çocukların kendileri için oluşturmaya çalıştıkları sanal kimlik ile ebeveynlerinin onlardan izin almadan oluşturdukları sanal kimliğin çatışması durumunda bu olumsuz durumlar daha da artabilmektedir. Ayrıca ebeveynlerin çocuklarının uygunsuz ve utanç verici sayılabilecek bilgilerini paylaşımda bulunmasını kontrol etmek için çocuklar, kendileriyle ve hayatıyla ilgili bilgileri ebeveynlerinden gizlemesine yol açabileceği görülmektedir (Zhu vd., 2024). Bu durumun ebeveyn-çocuk arasındaki gizlilik sınırının sıkıntılı hale getirdiği görülmektedir. Ayrıca çocukların yapılan paylaşımlardan rahatsız oldukları da görülmektedir (Lipu ve Siibak, 2019). Bu bulgulardan yola çıkarak paylaşılan ebeveynlik, çocukların ebeveynleriyle çatışıp anlaşmazlık yaşamasına yol açarak ebeveyn-çocuk ilişkisini olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir. Ayrıca paylaşılan ebeveynlik, ebeveyn- çocuk ilişkisini olumsuz etkileyeceği gibi çocuğun psikolojik sağlığında bozulma, gelişimsel sorunlar gibi sonuçlara da sebep olabilmektedir.

2. SONUÇ

Son zamanlar da sosyal medya kullanımının artmasıyla birlikte sosyal mecralar ebeveynlerinde çok sık uğrak noktası haline gelmiş ve ebeveynler kendileriyle ilgili yaptıkları paylaşımların yanı sıra çocuklarını da çok sık bu mecralarda paylaştıkları görülmektedir. Ebeveynler çocuklarını paylaşarak, onlar daha sosyal medya kullanımına hazır olmadan hatta daha dünyaya gelmeden sanal ayak izlerini oluşturmaktadırlar. Bu durum hem şimdi hem de gelecekte çocuğu etkileyebilecek ciddi problemleri ortaya çıkma olasılığını arttırmaktadır. Bu problemler; siber zorbalık, kimlik hırsızlığı, dijital kaçırılma, çocuk pornografisi, çocuk hakları mahrumiyeti gibi çocuğu olumsuz etkileyebilecek diğer problemlerdir. Diğer yandan ebeveynler tarafından yapılan paylaşımlar ebeveyn-çocuk arasındaki gizlilik durumunu da olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ek olarak paylaşılan ebeveynlik, ebeveyn-çocuk ilişkisini olumsuz etkileyeceği gibi çocuğun psikolojik sağlığında bozulma, gelişimsel sorunlar gibi sonuçlara da neden olabilmektedir.

Paylaşılan ebeveynlik, ebeveynler arasında hızla yayılmakta ve bunun olumsuz sonuçları hakkında yeterli bilgilendirmeler ebeveynlere yapılmamaktadır. Bu yüzden ebeveynlerin masumca gözüken bu paylaşımlarının çocuk açısından ciddi problemlere sebep olabileceği

hakkında farkındalıklarının arttırılması gerekmektedir. Çocuklar kendi kararlarını alacakları yaşa gelene kadar haklarının ebeveynleri ve devlet tarafından korunması gerekmektedir. Fakat ebeveynler çocuklarını kamuya ifşa ederek bu hakları hem ihlal etmekle hem de yaptıkları paylaşımlarla diğer insanlarında istismar etmesine neden olmaktadır. Çoğu ebeveyn çocuklarının bilgilerini sosyal ağlarda paylaşıırken iyi niyetlidir. Ama yapılan bu masumca paylaşımlar çocuğun mahremiyetine zarar vermekte ve çocuğun ileride karşılaşacağı riskleri de arttırmaktadır. Teknolojinin hızlı gelişmesiyle artık paylaşılan fotoğraflar dijital ortamda farklı bir nitelik kazanacak şekilde dönüştürülebilmektedir. Bu yüzden ebeveynlerin farkındalıklarının yükseltilmesi tek başına yeterli olmayacağı kamusal önlemler alınarak çocuğun ileride yaşayacağı problemlerin önüne geçilmesi de gerekmektedir. Henüz karar vermek için yeterli olgunluğa erişmemiş çocuklarımız devlet tarafından alınacak tedbirlerle korunmalı ve çocukların haklarını güvence altına almak için gerekli yasal işlemlerin başlatılması önemli olmaktadır.

3.KAYNAKÇA

- Abidin, C. (2015). Micromicrocelebrity: Branding babies on the internet. *M/C Journal*, 18(5). <https://doi.org/10.5204/mcj.1022>
- Ammari, T., Kumar, P., Lampe, C., & Schoenebeck, S. (2015). Managing children's online identities: How parents decide what to disclose about their children online. *In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1895-1904. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702325>
- Aslan, S., & Durmuş, E. (2020). A current parent behavior in preschool: Sharenting. *Journal of Early Childhood Studies*, 4(1), 135–151. <https://doi.org/10.24130/eccd-jecs.1967202041185>
- Bartholomew, M. K., Schoppe-Sullivan, S. J., Glassman, M., Kamp Dush, C. M., & Sullivan, J. M. (2012). New parents' Facebook use at the transition to parenthood. *Family Relations*, 61(3), 455-469. <http://doi.org/10.1111/j.1741-3729.2012.00708.x>
- Baştemur, S., Borucu, D. H., & Bulut, S. (2021). Ebeveynlerin çocuklarının fotoğrafını sosyal medyada paylaşmasının (Sharenting) psikolojik sonuçları: bir sharenting olgu incelemesi. *Turkish Journal of Child and Adolescent Mental Health*, 28(2), 166-173. <http://doi.org/10.4274/tjcamh.galenos.2020.00710>
- Brosch, A. (2016). When the child is born into the internet: Sharenting as a growing trend among parents on Facebook. *The New Educational Review*, 43(1), 225–235. <https://doi.org/10.15804/tner.2016.43.1.19>
- Brosch, A. (2018). Sharenting—Why do parents violate their children's privacy? *The New Educational Review*, 54, 75-85. <https://doi.org/10.15804/tner.2018.54.4.06>
- Collett, J. L. (2005). What kind of mother am I? Impression management and the social construction of motherhood. *Symbolic Interaction*, 28(3), 327-347. Doi:10.1525/si.2005.28.3.327
- Collins Dictionary. (2015). Sharenting. Retrieved from <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/sharenting>
- Cino, D., Demozzi, S., & Subrahmanyam, K. (2020). Why post more pictures if no one is looking at them? Parents' perception of the Facebook Like in sharenting. *The Communication Review*, 23(2), 122–144. <https://doi.org/10.1080/10714421.2020.1797434>
- Dockterman, E. (2013). Should Parents Post Pictures of Their Kids on Facebook? *Time*. <https://healthland.time.com/2013/09/06/should-parents-post-pictures-of-their-kids-on-facebook/>

- Duggan, M., Lenhart, A., Lampe, C., & Ellison, NB (2015). Ebeveynler ve sosyal medya. *Pew Research Centre Internet & Technology*. <https://www.pewresearch.org/internet/2015/07/16/parents-and-sosyal-medya>
- Erişir, R. M., & Erişir, D. (2018). Yeni medya ve çocuk: Instagram özelinde “sharenting” “paylaşanabalık” örneği. *Yeni Medya*, (4), 50-64. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1177473>
- Esfandiari, M., Yao, J. (2022). Sharenting as a Double-Edged Sword: Evidence from Iran. *Information, Communication & Society*, 26(1),1-19. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2022.212926>
- Garmendia, M., Martínez, G. ve Garitaonandia, C. (2022). Sharenting, ebeveyn arabuluculuğu ve İspanyol çocuklarda gizlilik. *Avrupa İletişim Dergisi*, 37 (2), 145 – 160. <https://doi.org/10.1177/02673231211012146>
- Günüç, S. (2020). Paylaşımı psikolojik bir bakış açısıyla incelemek: Türk ve İngiliz anneleri karşılaştırmak. *Psikiyatri Alanında Güncel Yaklaşımlar*, 12 (ek 1), 281 – 297. <https://doi.org/10.18863/pgy.795651>
- Hasanah, F. F., & Ermawati, M. (2022). Sharenting of young mothers in Yogyakarta: A phenomenological study. *JOYCED: Journal of Early Childhood Education*, 2(2), 133–146. <https://doi.org/10.14421/joyced.2022.22-04>
- Hoy, M. G., Fox, A. K., & Deitz, G. D. (2023). Parents' perceptions of the sensitivity of their children's personal information and willingness to share with social media marketers: Implications for sharenting. *The Journal of Consumer Affairs*, 57 (1), 346 – 356. <https://doi.org/10.1111/joca.12502>
- Kumar, P., & Schoenebeck, S. (2015). The modern day baby book: Enacting good mothering and stewarding privacy on Facebook. *In Proceedings of the 18th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing*, 1302-1312. <https://doi.org/10.1145/2675133.2675149>
- Kuyumcu, M. (2023). Dijital Çağın Yeni Hastalığı: Sharenting. (Ed.) A. Köseoğlu. *Dijital Çağda Medya* (s. 127-148) içinde, *Ankara: Eğitim Yayınevi*.
- Kopecky, K., Sztokowski, R., Aznar-Díaz, I., & Romero-Rodríguez, J. M. (2020). The phenomenon of sharenting and its risks in the online environment. Experiences from Czech Republic and Spain. *Children and Youth Services Review*, 110, 104812. <https://doi.org/10.1016/j.chilyouth.2020.104812>
- Lazard, L., Locke, A., Dann, C., Capdevila, R., & Roper, S. (2018). Sharenting: why mothers post about their children on social media. *The Conversation*, 9, 1-4.
- Lipu, M. ve Siibak, A. (2019). ‘Take it down!’: Estonian parents’ and preteens’ opinions and experiences with sharenting. *Media International Australia*, 170(1), 57–67. <https://doi.org/10.1177/1329878X19828366>
- Marasli, M., Suhedan E., Yılmaztürk, N. H., & Figen, C. (2016). Ebeveynlerin sosyal paylaşım sitelerinde çocukları hakkında yaptıkları paylaşımlar: Sharenting. *Antropolog*, 24 (2), 399-406. <https://doi.org/10.1080/09720073.2016.11892031>
- Ní Bhroin, N., Dinh, T., Thiel, K., Lampert, C., Staksrud, E. ve Ólafsson, K. (2022). The privacy paradox by proxy: considering predictors of sharenting. *Media and Communication*, 10 (1), 371 – 383. <https://doi.org/10.17645/mac.v10i1.4858>
- Nominet. (2018). Parents oversharing family photos online lack basic privacy know-how. Retrieved from <https://www.nominet.uk/parents-oversharing-family-photos-online-lack-basic-privacy-know/>
- Ömür, S. ve Uyar, M. (2022). Sharenting: Türkiye’de ebeveynlerin sosyal medya paylaşım eğilimlerinin değerlendirilmesi. *Kastamonu İletişim Araştırmaları Dergisi (KİAD)*, 9, 23 – 45. <https://doi.org/10.56676/kiad.1162288>
- Sarkadi, A., Dahlberg, A., Fängström, K. ve Warner, G. (2020). Children want parents to ask for permission before 'sharenting'. *J Paediatr Child Health*, 56 (6), 981 – 983. <https://doi.org/10.1111/jpc.14945>
- Security.org. (2021). Parenting on social media: Survey report. Retrieved from: <https://www.security.org/digital-safety/parenting-social-media-report/>
- Verswijvel, K., Walrave, M., Hardies, K., & Heirman, W. (2019). Sharenting, is it a good or a bad thing? Understanding how adolescents think and feel about sharenting on social network sites. *Children and Youth Services Review*, 104, 104401. <https://doi.org/10.1016/j.chilyouth.2019.104401>



- Zhu, L., Wang, Y., & Chen, Y. (2025). Sharenting in China: perspectives from mothers and adolescents. *Internet Research*, 35(1), 105-125. <https://doi.org/10.1108/INTR-05-2023-0339>
- Wachs, S., Mazzone, A., Milosevic, T., Wright, M. F., Blaya, C., Gámez-Guadix, M., & Norman, J. O. H. (2021). Online correlates of cyberhate involvement among young people from ten European countries: An application of the routine activity and problem behaviour theory. *Computers in Human Behavior*, 123, 106872. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106872>
- We are social. (2024), Digital 2024: 5 billion social media users.31 Ocak 2024. <https://wearesocial.com/uk/blog/2024/01/digital-2024-5-billion-social-media-users/>

YAŞLI NƏSLİN SAĞLAMLIĞININ QORUNMASINDA PIYADA GƏZMƏYİN ƏHƏMIYYƏTİ

MAYA ZAHİR HEYDƏROVA

AZƏRBAYCAN İDMAN AKADEMİYASININ BAŞ MÜƏLLİMİ, PEDAQOGİKA ÜZRƏ

FƏLSƏFƏ DOKTORU

ORCID ID: 0009-0006-36-42-4894

Rəyçilər:

E.X.Məmmədova: pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru

Q.M.Cəfərov: pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru

ÖZET

Cəmiyyətin ən qiymətli hissələrindən biri olan yaşlı nəsil, uzun illərin təcrübəsini və mənəvi dəyərlərini gənc nəsle ötürən insanlardır. Onların sağlam və fəal həyat sürməsi təkcə şəxsi rifah baxımından deyil, həm də sosial həyatın davamlılığı üçün əhəmiyyətlidir. Müasir dövrdə tibbi texnologiyaların inkişafına baxmayaraq, sağlamlığın qorunmasında sadə və təbii vasitələr hələ də öz dəyərini itirməyib. Bu baxımdan piyada gəzmək yaşlı insanlar üçün ən əlçatan və faydalı fəaliyyət növlərindən biridir.

Piyada gəzmək orqanizmin demək olar ki, bütün sistemlərinə müsbət təsir göstərir. Müntəzəm gəzintilər ürək-damar sisteminin fəaliyyətini gücləndirir, qan dövranını normallaşdırır və yüksək təzyiqin qarşısını alır. Gəzinti zamanı oynaqlar hərəkətdə olur, əzələlər işləyir və bu, yaşlılarda tez-tez rast gəlinən oynaqların sərtliyi və ağrıların azalmasına səbəb olur. Eyni zamanda, piyada gəzmək maddələr mübadiləsini sürətləndirir, artıq çəkiddən qoruyur və immun sistemini möhkəmləndirir.

Piyada gəzməyin yalnız fiziki deyil, həm də psixoloji təsiri çox böyükdür. Açıq havada sakit addımlarla gəzinti zamanı insan öz fikirlərini nizamlaya bilir, stressdən uzaqlaşır və ruhi rahatlıq tapır. Yaşlı insanlar üçün bu, xüsusilə vacibdir, çünki gəzinti təkcə bədəni deyil, zehni də aktiv saxlayır. Alimlər sübut etmişlər ki, müntəzəm hərəkət edən yaşlı şəxslərdə yaddaşın zəifləməsi və demensiya ehtimalı daha az olur.

Bundan əlavə, piyada gəzmək sosial əlaqələrin qorunmasına da kömək edir. Yaşlı insanlar gəzinti zamanı qonşuları və dostları ilə görüşür, söhbət edir, bu isə tənha qalma hissini azaldır. Cəmiyyət içində olmaq insanın həyat enerjisini artırır, özünü faydalı və dəyərli hiss etməsinə şərait yaradır.

Sağlamlığın qorunması üçün gəzintilərin müəyyən bir sistemlə aparılması məqsədəuyğundur. Həkimlər yaşlı insanlara gündə ən azı 20–30 dəqiqə piyada gəzməyi, xüsusilə səhər və ya axşam saatlarında təmiz havada hərəkət etməyi tövsiyə edirlər. Gəzinti tempi çox sürətli olmamalı, insanın öz gücünə uyğun olmalıdır. Əsas məqsəd bədəni yormadan, amma hərəkətdə saxlamaqdır.

Nəticə etibarilə, piyada gəzmək yaşlı nəslin sağlamlığının qorunmasında sadə, lakin çox təsirli bir vasitədir. O, həm bədəni, həm də ruhu gənc saxlayır, uzunömürlülüyə və həyat keyfiyyətinin yüksəlməsinə xidmət edir. İnsan üçün ən dəyərli sərvət sağlamlıqdır və bu sərvəti qorumağın ən təbii yollarından biri də hər gün bir az gəzməkdir.

ədəbiyyat:

- 1.Əlizadə M.fiziki aktivliyin insan sağlamlığına təsiri.Bakı: 2021. Təhsil nəşriyyatı
- 2.Quliyev R. yaşlı insanların sağlam həyat tərzinin formalaşdırılması problemləri. Azərbaycan Dövlət Bədən Tərbiyəsi və İdman Akademiyasının Elmi Xəbərləri, Bakı: 2019. N2, s. 45-52
- 3.Məmmədova L. Piyada gəzməyin psixoloji sağlamlığa təsiri. BDU, Elmi Xəbərlər. Bakı: 2022. N3, s. 78-85
- 4.Abbasov T. Fiziki fəaliyyət və uzunömürlülük: yaşlılıq dövründə hərəkətin rolu. Gəncə: 2020, Elm və Həyat nəşriyyatı

REKREASYON ALANLARININ ENGELLİ BİREYLERE UYGUNLUK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

Yeşim AKINTUÇ

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi,
Rekreasyon Yönetimi Bölümü, Karaman

ORCID: 0000-0003-1145-721x

Doç. Dr. Faruk GÜVEN

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi,
Rekreasyon Yönetimi Bölümü, Karaman

ORCID: 0000-0001-6186-8784

ÖZET

Bu çalışma, katılımcıların demografik verileri, eğitim düzeyleri, engel türleri, spor durumları ve boş zaman tutumları gibi çeşitli özellikleri incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmaya 61 bedensel engelli ve 36 görme engelli toplam birey 97dahil edilmiştir. Veri toplam aracı olarak, Konya ilinde yaşamını sürdüren görme ve bedensel engelli bireylerin boş zamanlarına yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla, 1982 yılında Ragleb ve Beard tarafından geliştirilen ve Türkçeye uyarlamasını Akgül ve Gürbüz’ün gerçekleştirdiği “Boş Zaman Tutum Ölçeği (BZTÖ) (Leisure Attitude Scale: LAS) kullanılmıştır. Verilerin analizi JASP (A Fresh Way to Do Statistics) 0.9.2.0 versiyon programı ile analiz edilmiştir. T-testi, Mann-Whitney U ve ikiden fazla gruplarda tek yönlü varyans analizi-ANOVA testleri yapılmıştır. Verilerin sonuçları, katılımcıların çoğu erkek (%50.44) olmakla birlikte, kadın katılımcıların oranı da (%43.65) anlamlı bir temsil sergilemektedir. Yaş gruplarına göre, en fazla katılımcı 21-25 yaş aralığındadır (%24.25). Katılımcıların eğitim düzeyindee büyük grup lise mezunlarıdır (%33.95) ve üniversite mezunları en düşük orana (%15.52) sahiptir. Bu durum, araştırmanın orta düzey eğitim seviyesine sahip bireyler üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Ortopedik engelli bireyler, katılımcıların %59.17’sini oluştururken, doğuştan engelli bireyler de %56.26 ile çoğunluktadır. Bu, çalışmanın özellikle ortopedik engelli bireyler üzerine daha fazla geçerli olabileceğini göstermektedir. Katılımcıların sadece %22.31’i spor yaptığını belirtmektedir. Bu, spor yapmayan bireylerin çoğunluğunu temsil eden bir çalışma olduğunu göstermektedir. Boş zaman tutum ölçeği üzerinde cinsiyet ve engel türü değişkenlerine göre yapılan karşılaştırmaları içermekte; cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmadığı, ancak ortalama puanların erkeklerde (3.621) daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Engel türü açısından ise, görme engelli bireyler ve ortopedik engelli bireyler arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Bu veriler, araştırmanın demografik çeşitliliği yansıttığını, ancak belirli grupların ortopedik engelliler ve spor yapmayanlar daha baskın temsil edildiğini göstermektedir. Araştırma sonuçları, genç yetişkinlerin, orta düzey eğitimlilerin ve engelli bireylerin deneyimlerine ışık tutmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Rekreasyon, Bedensel Engelli, Görme Engelli

EXAMINING THE SUITABILITY LEVELS OF RECREATIONAL AREAS FOR DISABLED INDIVIDUALS

ABSTRACT

This study aims to examine various characteristics of participants, including their demographic data, education levels, types of disabilities, sports participation, and attitudes toward leisure time. A total of 97 individuals were included in the study, consisting of 61 individuals with physical disabilities and 36 individuals with visual impairments. The data collection tool used was the "Leisure Attitude Scale (LAS)," developed by Ragleb and Beard in 1982 and adapted into Turkish by Akgül and Gürbüz. The data were analyzed using the JASP 0.9.2.0 software, employing T-tests, Mann-Whitney U tests, and ANOVA for comparisons involving more than two groups. The majority of participants were male (50.44%), while female participants represented a significant proportion (43.65%). The largest group of participants was in the age range of 21-25 years (24.25%). In terms of education level, the largest group comprised high school graduates (33.95%), while university graduates had the lowest percentage (15.52%). This indicates that the study focused primarily on individuals with a medium education level. Individuals with orthopedic disabilities made up 59.17% of the participants, while those with congenital disabilities accounted for 56.26%, suggesting that the study may be particularly relevant to individuals with orthopedic disabilities. Only 22.31% of participants reported engaging in sports, indicating that the study represents a majority of non-sporting individuals. Comparisons made on the leisure attitude scale based on gender and type of disability showed no significant differences between genders; however, the average scores were observed to be higher among males (3.621). Regarding the type of disability, no significant difference was found between individuals with visual impairments and those with orthopedic disabilities. These data reflect the demographic diversity of the study while indicating that specific groups, particularly orthopedic individuals and non-sporting individuals, are more prominently represented. The findings shed light on the experiences of young adults, individuals with medium-level education, and disabled individuals.

Keywords: Recreation, Physically Disabled, Visually Impaired

GİRİŞ

Rekreasyon, bireylerin serbest zamanlarını değerlendirmek, fiziksel ve zihinsel sağlıklarını geliştirmek, sosyal ilişkilerini güçlendirmek ve yaşam kalitelerini artırmak amacıyla gönüllü olarak katıldıkları faaliyetleri kapsamaktadır (Karaküçük, 2008). Rekreasyon alanları ise bu faaliyetlerin gerçekleştirildiği, toplumun farklı kesimlerinin bir araya geldiği kamusal veya özel

mekânlardır. Parklar, spor sahaları, yürüyüş yolları, piknik alanları, kültürel merkezler ve sahil düzenlemeleri, bu alanlara örnek olarak gösterilebilir. Günümüzde rekreasyon alanlarının planlanmasında yalnızca estetik ve fonksiyonellik değil, aynı zamanda erişilebilirlik ve kapsayıcılık kriterleri de giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Engelli bireyler, gerek fiziksel gerekse çevresel faktörlerden kaynaklanan engeller nedeniyle kamusal alanlara erişimde önemli zorluklarla karşılaşabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre dünya nüfusunun yaklaşık %15'i, yani 1 milyardan fazla insan, bir tür engellilik durumu yaşamaktadır (WHO, 2011). Bu oran, rekreasyon alanlarının tasarımında ve düzenlenmesinde engelli bireylerin ihtiyaçlarının dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır. Erişilebilirlik yalnızca fiziksel engellerin kaldırılması değil, aynı zamanda bilgiye erişim, hizmetlerin kullanılabilirliği ve sosyal katılım fırsatlarının sağlanması anlamına gelmektedir (United Nations, 2006). Bu noktada evrensel tasarım ilkeleri, tüm bireylerin eşit koşullarda ve bağımsız bir şekilde kullanabileceği mekânların oluşturulmasını hedefler. Evrensel tasarımın temel amacı, özel uyarlamalara gerek kalmadan herkesin kullanabileceği ürünler, yapılar ve hizmetler üretmektir (Story, Mueller & Mace, 1998). Türkiye'de ise "5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun" ve buna bağlı olarak çıkarılan yönetmelikler, kamuya açık tüm alanların engelli bireylerin kullanımına uygun hâle getirilmesini yasal bir zorunluluk olarak tanımlamaktadır (Resmî Gazete, 2005). Rekreasyon alanlarının engelli bireyler için uygunluğunun değerlendirilmesinde çeşitli boyutlar ön plana çıkmaktadır. Fiziksel erişim olanakları (rampa, asansör, uygun yüzey malzemeleri), ulaşım bağlantıları, yönlendirme ve bilgilendirme sistemleri (Braille yazı, sesli uyarılar, yüksek kontrastlı tabelalar), alan içindeki aktivitelerin çeşitliliği, oturma alanlarının ergonomisi ve güvenlik unsurları bu boyutların başında gelmektedir (Burns & Graefe, 2007). Yapılan araştırmalar, engelli bireylerin rekreasyon alanlarından yeterince yararlanamamalarının başlıca nedenlerini; fiziksel bariyerler, yetersiz bilgilendirme, toplumsal farkındalık eksikliği ve tasarımda evrensel standartlara uyulmaması olarak sıralamaktadır (Darcy & Dickson, 2009; Buhalis & Darcy, 2011). Erişilebilir rekreasyon alanlarının sağladığı faydalar yalnızca engelli bireylerle sınırlı değildir. Yaşlılar, çocuklu aileler, geçici yaralanma veya sağlık problemi yaşayan bireyler de bu düzenlemelerden fayda sağlamaktadır. Bu nedenle, erişilebilirlik çalışmaları toplumun tüm kesimlerini kapsayan bir sosyal sorumluluk alanıdır. Ayrıca, erişilebilir alanların oluşturulması engelli bireylerin fiziksel aktivite düzeyini artırarak sağlıklı yaşam davranışlarını desteklemekte, sosyal izolasyonu azaltmakta ve psikolojik iyi oluşlarını güçlendirmektedir (Rimmer, Riley, Wang, Rauworth & Jurkowski, 2004). Türkiye'de yapılan çalışmalar, birçok şehirde rekreasyon alanlarının erişilebilirlik açısından

yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır (Öztürk, 2011; Yılmaz & Özgüner, 2015). Çoğu durumda rampaların eğim oranları standartlara uymamakta, yüzey malzemeleri tekerlekli sandalye kullanımına uygun olmamakta veya yönlendirme levhaları engelli dostu bir şekilde tasarlanmamaktadır. Bu durum, engelli bireylerin fiziksel aktiviteye ve sosyal hayata katılımını kısıtlamakta, yaşam kalitelerini olumsuz etkilemektedir. Bu bağlamda, rekreasyon alanlarının engelli bireyler açısından uygunluk düzeylerinin incelenmesi, yalnızca mevcut durumun tespit edilmesi değil, aynı zamanda yerel yönetimler, şehir plancıları, mimarlar ve sosyal hizmet uzmanları için geliştirilecek stratejiler açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu tür çalışmalar, kapsayıcı şehir hedefinin gerçekleşmesine katkı sağlayacak, engelli bireylerin toplumsal yaşama aktif katılımını teşvik edecektir. Dolayısıyla, bu araştırmanın amacı, mevcut rekreasyon alanlarının engelli bireyler açısından uygunluk düzeylerini çeşitli boyutlar açısından analiz ederek, erişilebilirlik standartlarının iyileştirilmesine yönelik öneriler geliştirmektir.

GEREÇ YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Araştırmada, araştırmanın içeriğine ve amacına uygun olan betimsel araştırma ve ilişkisel taramaya ilişkin bir yöntem kullanılması uygun görülmüştür. Betimsel tarama modelleri, geçmişte yaşanan veya güncel bir durumu mevcut haliyle betimleyerek ortaya koymayı amaçlayan bir araştırma yaklaşımı olup araştırmaya konu olan birey, olay veya nesne olduğu gibi başka bir deyişle kendi ortamı ve koşulları dikkate alınarak betimlemeye çalışılmaktadır. Araştırmacının, araştırmaya konu edinilen söz konusu birey, olay veya nesneyi etkilemek veya değiştirmek gibi bir amacı ya da çabası bulunmamaktadır. İlişkisel tarama modelleri ise, iki ve ikiden fazla değişken arasında birlikte gerçekleşen değişimin varlığını ve bu değişimin derecesini ortaya çıkarmayı amaçlayan araştırma modelleri olarak tarif edilmektedir (Karasar, 2004).

Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, görme ve bedensel engelli olup Konya ilinde ikamet eden engelli bireyler oluşturmaktadır. Araştırma örneklemi ise, Konya ilinde yaşamını sürdüren 61 bedensel engelli ve 36 görme engelli bireylerden oluşmaktadır. Araştırma örnekleminde yer alan toplam 97 engelli birey, örneklem tekniklerinden tesadüfi örneklem tekniğiyle örnekleme dâhil edilmiştir. 09.11.2022 tarih, 07-152-181 sayılı karar ile etik kurul raporu alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada, Konya ilinde yaşamını sürdüren görme ve bedensel engelli bireylerin boş zamanlarına yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla, 1982 yılında Ragleb ve Beard tarafından

geliştirilen ve Türkçeye uyarlamasını Akgül ve Gürbüz’ün gerçekleştirdiği “Boş Zaman Tutum Ölçeği (BZTÖ) (Leisure Attitude Scale: LAS) kullanılmıştır.

2.3.4. Verilerin analizi

Analizler JASP (A Fresh Way to Do Statistics) 0.9.2.0 versiyon programı ile analiz edilmiştir. T-testi, Mann-Whitney U ve ikiden fazla gruplarda tek yönlü varyans analizi-ANOVA testleri yapılmıştır.

4.BULGULAR

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Verilerinde Yaş İle İlişkin Frekans Dağılımları.

Cinsiyet	n	%
Kadın	45	43.65
Erkek	52	50.44
Toplam	97	100
Yaş	n	%
20 yaş ve altı	22	21.34
21-25	25	24.25
26-30	18	17.46
31-35	16	15.52
36-40	9	8.73
41 yaş ve üstü	7	7.66
Toplam	97	100

Tablo 'de cinsiyet dağılımlarında kadın ve erkek katılımcılar arasında neredeyse dengeli bir dağılım görülmektedir. Erkek katılımcılar biraz daha fazla (%50.44) olmasına rağmen, kadın katılımcılar da anlamlı bir temsil oranına sahiptir (%43.65). Bu, çalışmanın cinsiyet temsili açısından dengeli olduğunu ve iki cinsiyeti de kapsayıcı veriler sunduğunu göstermektedir. Yaş dağılımı incelendiğinde, katılımcıların çoğunluğunun 21-25 yaş aralığında (%24.25) olduğu görülmektedir. Bunu 20 yaş ve altı (%21.34) ve 26-30 yaş aralığındaki katılımcılar (%17.46) takip ediyor. Bu, araştırmanın genç yetişkinler arasında yoğunlaştığını göstermektedir. Daha ileri yaş gruplarına geçtikçe katılımcı sayısının azaldığı görülmektedir. 31-35 yaş grubundaki katılımcılar %15.52, 36-40 yaş grubundakiler %8.73, 41 yaş ve üstündekiler ise %7.66 oranında temsil edilmektedir. Bu, yaş ilerledikçe katılımcı sayısında belirgin bir düşüş olduğunu ortaya koyulmaktadır. Veriler, özellikle genç yetişkinlerin araştırmada daha baskın olduğunu göstermektedir. Çalışmanın sonuçlarının bu yaş grubundaki bireylerin deneyimlerini ve davranışlarını daha fazla yansıtmaya potansiyeline sahip olduğunu söyleyebiliriz. İleri yaş gruplarındaki katılımcıların azlığı, bu gruplara yönelik bulguların daha sınırlı olabileceğini işaret edilmektedir. Cinsiyet dağılımındaki denge, çalışmanın bulgularının hem kadınlar hem de erkekler için geçerli olma olasılığını artırsa da, yaş grupları arasındaki dengesizlik yaşa bağlı

faktörlerin etkisini sınırlamaktadır. Sonuç olarak, cinsiyet açısından dengeli bir örnekleme sahip olan bu araştırma, genç yetişkinlerin yaş aralığını daha güçlü temsil edilmektedir.

Tablo 2. Katılımcıların Demografik Verilerinde Eğitim Düzeyi İle İlişkin Frekans Dağılımları.

Eğitim Düzeyi	N	%
İlkokul mezunu	19	18.43
Ortaokul mezunu	27	26.19
Lise mezunu	35	33.95
Üniversite mezunu	16	15.52
Toplam	97	100

Tablo 2’de katılımcıların eğitim düzeyine göre dağılımları incelendiğinde en büyük grubu lise mezunları oluşturmaktadır (%33.95). Bu, çalışmada lise mezunlarının daha baskın bir şekilde temsil edildiğini göstermektedir. Ortaokul mezunları, katılımcıların %26.19’unu oluşturarak ikinci büyük grubu temsil etmektedir. İlkokul mezunlarının oranı %18.43’tür. Bu, çalışmada daha düşük eğitim düzeyine sahip kişilerin de dikkate alındığını göstermektedir. Üniversite mezunları ise %15.52 ile en düşük oranı oluşturan gruptur. Bu da üniversite mezunlarının bu çalışmada nispeten az temsil edildiği anlamına gelmektedir. Katılımcıların büyük çoğunluğu lise ve ortaokul mezunlarıdır, bu da çalışmanın genellikle orta düzey eğitim seviyesine sahip bireyler üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Üniversite mezunlarının oranı, çalışmanın daha yüksek eğitim seviyesindeki bireyler için sonuçlarının sınırlı olabileceğini gösterebilir. Eğitim düzeyine göre daha dengeli bir dağılım olmamakla birlikte, ilkokul ve ortaokul mezunları da temsil edilerek geniş bir eğitim yelpazesi sunulmuştur. Sonuç olarak, tablo, katılımcıların eğitim düzeyinde en çok lise ve ortaokul mezunlarının yer aldığını, üniversite mezunlarının ise daha az sayıda olduğunu göstermektedir. Bu, çalışmanın bulgularının daha çok orta düzey eğitim seviyesindeki bireyleri yansıtmaya potansiyeline sahip olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 3. Katılımcıların Engel Türü ve durumuna Göre Frekans Dağılımları.

Engel Türü	n	%
Görme	36	34.92
Ortopedik	61	59.17
Engel Durumu	n	%
Doğuştan	58	56.26
Sonradan	39	37.83
Toplam	97	100

Tablo 3’de katılımcıların engel türü ve engel durumuna göre frekans dağılımlarını göstermektedir. Ortopedik engelli bireyler, katılımcıların çoğunluğunu oluşturmaktadır (%59.17). Bu, araştırmanın büyük oranda ortopedik engeli olan bireyleri kapsadığını göstermektedir. Görme engelli bireyler, %34.92 oranında temsil edilmektedir. Bu, çalışmanın

görme engelli bireylerin deneyimlerini de dikkate aldığını gösterse de, ortopedik engelli bireyler kadar yoğun bir temsil edilmediğini işaret etmektedir. Doğuştan engelli bireyler, %56.26 ile engelli durumunun çoğunluğunu oluşturmaktadır. Bu, katılımcıların yarısından fazlasının engelleri ile doğuştan yaşadığını ve bunun çalışmaların sonuçlarını etkileyebilecek önemli bir faktör olduğunu düşündürmektedir. Sonradan engelli bireyler, %37.83 ile daha küçük bir grubu temsil etmektedir. Bu, çalışmanın engeli sonradan edinmiş bireylerin deneyimlerini de önemli bir oranda kapsadığını göstermektedir. Çalışmada ortopedik engelli bireylerin sayısal olarak daha fazla olduğu görülüyor. Engel durumuna göre dağılımda doğuştan engelli bireylerin çoğunlukta olması, çalışmanın sonuçlarının bu grubun yaşam koşulları ve deneyimlerine daha fazla ışık tutabileceği anlamına gelmektedir. Sonradan engelli bireyler de dikkate alınmış olsa da, sonuçların bu gruptaki bireyler için daha sınırlı bir genelleme sunabileceği düşünülebilir. Bu tablo, çalışmanın geniş bir engelli yelpazesi sunduğunu, ancak bazı grupların (özellikle ortopedik engelliler ve doğuştan engelli bireyler) daha baskın bir şekilde temsil edildiğini göstermektedir.

Tablo 4. Katılımcıların Spor Durumuna Göre Frekans Dağılımları.

Spor Durumu	n	%
Evet	23	22.31
Hayır	74	71.78
Toplam	97	100

Tablo 4'te katılımcıların spor yapma durumlarına göre frekans dağılımlarını göstermektedir. Katılımcıların %22.31'i spor yaptığını belirtmiştir. Bu, çalışmada sporla ilgilenen bireylerin küçük bir grubu temsil ettiğini göstermektedir. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%71.78) spor yapmadığını ifade etmiştir. Bu, çalışmanın büyük kısmının spor yapmayan bireylerin deneyimlerine odaklandığını göstermektedir. Çalışmada spor yapan bireylerin oranı düşük olduğundan, sporun etkilerini inceleyen bölümlerde sınırlı sayıda veri elde edilebileceği söylenebilir. Spor yapan katılımcılar üzerindeki bulgular daha sınırlı ve özelleşmiş olabilir. Spor yapmayan bireylerin büyük bir çoğunluğu temsil etmesi, bu gruba yönelik çıkarımların daha güçlü ve geçerli olabileceğini göstermektedir. Sporun engelli bireylerin yaşam kalitesi, psikolojik iyi oluşu ve fiziksel durumlarına etkisi ile ilgili analizler yapılırken, spor yapmayan bireylerin çoğunlukta olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Sonuç olarak, tablo, araştırma örnekleminde spor yapmayan bireylerin baskın olduğunu ve bu durumun, sporun etkilerini ele alırken dikkat edilmesi gereken bir unsur olduğunu göstermektedir.

Tablo 5. Boş Zaman Tutum Ölçeğinde Cinsiyet Değişkenine İlişkin Veriler.

Cinsiyet	Değişkenler	n	Ort.	Sd	w	p
Toplam Ölçek	Kadın	45	3.126	0.524	2486	0.436
	Erkek	52	3.621	0.536	2455	0.745
Engel Türü Toplam Ölçek	Değişkenler	n	Ort.	Sd	w	p
	Görme	36	3.001	0.587	2654	0.512
	Ortopedik	61	3.030	0.498	2415	0.635

Tablo 5’de boş zaman tutum ölçeği üzerinde cinsiyet ve engel türü değişkenlerine göre yapılan karşılaştırmaları içermektedir. Cinsiyet değişkenine göre boş zaman tutumu kadınların ortalama puanı: 3.126, standart sapma 0.524. kadın katılımcılar, boş zaman tutum ölçeğinde bu puanı elde etmiştir. Erkeklerin ortalama puanı: 3.621, standart sapma 0.536. Erkek katılımcılar ise kadınlardan daha yüksek bir ortalama puana sahiptir. w değeri: 2486, p değeri 0.436. P değeri 0.05’ten büyük olduğu için, cinsiyetler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu, kadınlar ve erkekler arasında boş zaman tutumları açısından önemli bir fark olmadığını göstermektedir. Görme engelli bireylerin ortalama puanı: 3.001, standart sapma 0.587. Bu grup, boş zaman tutum ölçeğinde nispeten düşük bir puan almıştır. Ortopedik engelli bireylerin ortalama puanı: 3.030, standart sapma 0.498. Bu grubun ortalama puanı, görme engelli bireyler ile oldukça benzerdir. w değeri: 2654, p değeri 0.512. P değeri yine 0.05’ten büyük olduğu için, engel türü açısından da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Bu, görme engelli ve ortopedik engelli bireyler arasında boş zaman tutumları açısından önemli bir fark olmadığını göstermektedir. Cinsiyet açısından erkekler, boş zaman tutumu açısından kadınlardan biraz daha yüksek bir ortalamaya sahip olsa da, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu da, cinsiyetin boş zaman tutumlarına önemli bir etkisi olmadığını göstermektedir. Engel türü açısından görme ve ortopedik engelli bireyler arasında boş zaman tutumları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki grup da benzer tutumlara sahiptir. Sonuç olarak, boş zaman tutumları üzerinde ne cinsiyetin ne de engel türünün belirgin bir etkisi olmadığı görülmektedir.

Tablo 6. Boş Zaman Tutum Ölçeğinde Engelli Durumu Değişkenine İlişkin Veriler.

Engel Durumu	Değişkenler	n	Ort.	SD	W	P
Toplam Ölçek	Doğuştan	58	2.534	0.426	1455	0.036
	Sonradan	39	2.032	0.394	1364	0.865

(P<0.05)

Tablo 6’da boş zaman tutum ölçeği üzerinde engelli olma durumuna göre yapılan karşılaştırmaları içermektedir. Tablo, doğuştan engelli bireyler ile sonradan engelli bireylerin boş zaman tutumları açısından nasıl farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Doğuştan engelli bireylerin ortalama puanı: 2.534, standart sapma (SD) 0.426. Doğuştan engelli bireylerin boş zaman tutumları daha yüksek bir ortalama puana sahiptir. Sonradan engelli bireylerin ortalama puanı: 2.032, standart sapma 0.394. Sonradan engelli bireyler, boş zaman tutum ölçeğinde daha düşük bir ortalama puana sahiptir. W değeri: 1455 (doğuştan) ve 1364 (sonradan). P değeri: 0.036 (doğuştan), 0.865 (sonradan). P değeri 0.05'ten küçük olduğunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu göstermektedir. Doğuştan engelli bireyler, boş zaman tutum ölçeğinde daha yüksek bir ortalamaya sahip olup, bu grubun boş zamanlarını değerlendirme konusundaki tutumlarının daha olumlu olduğunu göstermektedir. Sonradan engelli bireylerin ortalama puanı daha düşük olup, boş zaman tutumları açısından daha olumsuz bir yaklaşım sergiledikleri anlaşılmaktadır. İstatistiksel anlamlılık: Doğuştan engelli bireyler ile sonradan engelli bireyler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p = 0.036$) bulunmuştur. Bu, engel durumunun boş zaman tutumu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Engel durumunun, boş zaman tutumları üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Doğuştan engelli bireyler, boş zamanlarını değerlendirme konusunda daha olumlu bir tutum sergilerken, sonradan engelli olan bireylerin tutumları daha olumsuzdur. P değeri 0.036, bu farkın tesadüfi olmadığını, engelli olma durumunun boş zaman tutumu üzerinde gerçekten etkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, engelli bireylerin boş zaman tutumlarının engellerinin doğuştan mı yoksa sonradan mı olduğuna göre farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 7. Boş Zaman Tutum Ölçeği ile Spor Yapma Durumu Değişkeni Verileri.

Spor Yapma Durumu	Değişkenler	n	Ort.	SD	W	P
Toplam Ölçek	Evet	23	2.054	0.255	2025	0.043
	Hayır	74	2.657	0.456	1325	0.659

($P < 0.05$).

Tablo 7'de boş zaman tutum ölçeği ile spor yapma durumu değişkeni arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Bu tablo, spor yapan ve yapmayan bireylerin boş zaman tutumları açısından farklılıklarını göstermektedir. Spor yapan bireylerin ortalama puanı: 2.054, standart sapma (SD) 0.255. Spor yapan bireylerin boş zaman tutumları ortalama olarak daha düşük bir puanla sonuçlanmıştır. Spor yapmayan bireylerin ortalama puanı: 2.657, standart sapma (SD) 0.456. Spor yapmayan bireyler, boş zaman tutumları açısından daha yüksek bir ortalamaya sahiptir. W değeri: 2025 (spor yapan) ve 1325 (spor yapmayan). P değeri: 0.043 (spor yapan), 0.659 (spor yapmayan). P değeri 0.05'ten küçük olduğunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu göstermektedir. Spor yapan bireylerin ortalama puanı, spor yapmayan bireylere kıyasla daha düşük olup, bu durum spor yapan bireylerin boş zaman tutumlarına daha olumsuz yaklaşabileceğini göstermektedir. Spor yapmayan bireylerin ortalama puanı, boş zaman tutum

ölçeğinde daha yüksek olup, bu bireylerin boş zamanlarını değerlendirme konusunda daha olumlu bir tutuma sahip olduklarını göstermektedir. İstatistiksel anlamlılık: Spor yapan ve yapmayan bireyler arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p = 0.043$) bulunmuştur. Bu, spor yapma durumunun boş zaman tutumu üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Spor yapma durumu, boş zaman tutumları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Spor yapan bireyler, boş zamanlarını değerlendirme konusunda daha düşük bir tutuma sahipken, spor yapmayan bireyler bu konuda daha olumlu tutumlar sergilemektedir. P değeri 0.043, spor yapma durumuna göre boş zaman tutumlarındaki farkın anlamlı olduğunu gösterir. Bu sonuç, spor yapan bireylerin boş zamanlarını farklı bir şekilde değerlendirdiğini ve bu durumun boş zaman tutumlarına yansıdığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, spor yapma durumunun boş zaman tutumu üzerinde belirgin bir etkisi vardır ve spor yapmayan bireyler boş zamanlarını daha olumlu değerlendirme eğilimindedir.

Tablo 8. Boş Zaman Tutum Ölçeği Yaş Demografik Değişkenine İlişkin Anova Analiz Bulguları.

	Değişkenler	n	Ort.	SD	F	P
Yaş	20 yaş ve altı	22	2.011	0.452	0.154	0.056
	21-25	25	2.103	0.523	0.263	0.005
	26-30	18	2.177	0.474	0.124	0.001
	31-35	16	2.075	0.431	0.131	0.569
	36-40	9	2.101	0.357	0.130	0.433
	41 yaş ve üstü	7	2.236	0.357	0.345	0.862

($P < 0.05$).

Tablo 8’de boş zaman tutum ölçeği ile yaş demografik değişkeni arasındaki ilişkiyi inceleyen ANOVA analizinin bulgularını sunmaktadır. Bu tablo, katılımcıların yaş gruplarına göre boş zaman tutumları arasındaki farklılıkları göstermektedir. 20 yaş ve altı: Ortalama puan 2.011, standart sapma (SD) 0.452. Bu yaş grubundaki bireylerin boş zaman tutumları en düşük ortalamaya sahiptir. 21-25 yaş: Ortalama puan 2.103, SD 0.523. Bu grup, boş zaman tutumlarında 20 yaş ve altı grubuna göre biraz daha yüksek bir ortalama puana sahiptir. 26-30 yaş: Ortalama puan 2.177, SD 0.474. Bu yaş grubundaki bireylerin boş zaman tutumları daha yüksek ortalamalara sahiptir. 31-35 yaş: Ortalama puan 2.075, SD 0.431. Bu grup, boş zaman tutumu açısından dengeli bir ortalamaya sahiptir. 36-40 yaş: Ortalama puan 2.101, SD 0.357. Bu grup, orta düzeyde bir boş zaman tutum ortalamasına sahiptir. 41 yaş ve üstü: Ortalama puan 2.236, SD 0.357. Bu yaş grubundaki bireyler en yüksek boş zaman tutum ortalamasına sahiptir. F değeri: Yaş grupları arasında boş zaman tutum ölçeği açısından farkları test eden F değeri farklı yaş gruplarında düşük düzeylerde kalmıştır (örneğin, 20 yaş ve altı için $F=0.154$).

P değeri: P değerleri yaş gruplarına göre farklılık göstermektedir: 21-25 yaş grubu için $p = 0.005$, bu yaş grubunda boş zaman tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır. 26-30 yaş grubu için $p = 0.001$, bu grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğer yaş gruplarında ise p değerleri 0.05'ten büyük olup, bu gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. 20 yaş ve altı bireylerin boş zaman tutumları, diğer yaş gruplarına göre daha düşük bir ortalamaya sahiptir, ancak bu grupta istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. 21-25 yaş ve 26-30 yaş grupları, boş zaman tutumları açısından anlamlı farklılıklar göstermektedir ($p < 0.05$). Bu, bu yaş gruplarındaki bireylerin boş zamanlarını değerlendirme tutumlarında belirgin farklar olduğunu göstermektedir. Diğer yaş gruplarında ise boş zaman tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır. 21-30 yaş aralığı: Boş zaman tutumu açısından en dikkat çekici farklar bu yaş grubunda bulunmuştur. Bu yaş grubundaki bireylerin boş zaman değerlendirme tutumları, diğer yaş gruplarına göre daha fazla değişkenlik göstermektedir. 31 yaş ve üzeri gruplar: Bu yaş gruplarında boş zaman tutumları arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Sonuç olarak, genç yaş gruplarında (özellikle 21-30 yaş) boş zaman tutumu daha değişken ve bu gruplarda anlamlı farklılıklar bulunmaktadır.

TARTIŞMA

Araştırma bulguları, Konya ilinde yaşayan görme ve ortopedik engelli bireylerin boş zaman tutumlarının bazı demografik değişkenlere göre farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Cinsiyet değişkeni açısından, erkeklerin ortalama puanları kadınlardan daha yüksek olmasına rağmen farkın istatistiksel olarak anlamlı olmaması ($p > 0.05$), engelli bireylerde boş zaman algısının cinsiyetten güçlü şekilde etkilenmediğini göstermektedir. Benzer şekilde Kaya (2024), işitme engelli sporcularda boş zaman tutumlarının cinsiyet bakımından anlamlı farklılık göstermediğini rapor etmiştir. Bu bulgu, cinsiyetin boş zaman tutumları üzerinde belirleyici bir faktör olmadığı görüşünü desteklemektedir.

Yaş değişkeninde, 21–25 ve 26–30 yaş gruplarındaki bireylerin boş zaman tutum puanlarının anlamlı derecede yüksek olması ($p < 0.05$), genç yetişkinlik döneminin boş zaman etkinliklerine daha fazla katılım ile ilişkilendirildiğini ortaya koymaktadır. Kaya ve Sarı (2018), engelli bireylerin genç yaşlarda sosyal ve fiziksel aktivitelere katılım eğilimlerinin daha yüksek olduğunu belirtmektedir. Bu durum, genç yetişkinlerin boş zamanlarını değerlendirme konusundaki motivasyonlarının yaşlı gruplara göre daha fazla olduğunu düşünülmektedir. Eğitim düzeyi açısından, lise ve ortaokul mezunlarının çoğunluğu oluşturması, bu gruplara ait bulguların daha belirgin hale gelmesine neden olmuştur. Literatürde, eğitim düzeyi yükseldikçe

boş zaman değerlendirme biçimlerinin çeşitlendiği ve daha planlı hâle geldiği belirtilmektedir (Akgül & Gürbüz, 2011). Ancak bu çalışmada üniversite mezunlarının oranının düşük olması, yüksek eğitim düzeyine sahip bireyler hakkında genelleme yapmayı sınırlamaktadır. Engel türü değişkeninde, görme ve ortopedik engelliler arasında anlamlı fark bulunmaması ($p > 0.05$), engel türünden ziyade çevresel erişilebilirlik, sosyal destek ve bireysel motivasyonun boş zaman tutumlarını daha çok etkilediğini göstermektedir. Bu durum, Darcy ve Dowse'nin (2013) bulgularıyla uyumludur; araştırmacılar, engelli bireylerin katılımını engelleyen en önemli faktörlerin fiziksel çevre ve sosyal tutumlar olduğunu belirtmiştir. Engel durumuna göre, doğuştan engelli bireylerin boş zaman tutum puanlarının sonradan engelli olanlara kıyasla anlamlı düzeyde yüksek çıkması ($p = 0.036$), doğuştan engellilerin daha erken yaşta adaptasyon süreçlerinden geçmesiyle açıklanabilir. Kaya ve Sarı (2018) de doğuştan engelli bireylerin sosyal yaşama uyumlarının, sonradan engelli olanlara kıyasla daha güçlü olduğunu vurgulamaktadır. Spor yapma durumu açısından, spor yapmayan bireylerin boş zaman tutum puanlarının spor yapanlara kıyasla daha yüksek olması ($p = 0.043$) dikkat çekici bir bulgudur. Genellikle sporun engelli bireylerin yaşam kalitesini ve sosyal katılımını olumlu etkilediği vurgulanmaktadır (Rimmer, Riley, Wang, Rauworth, & Jurkowski, 2004; Yazıcıoğlu, Yavuz, Göktepe, & Tan, 2012). Ancak mevcut çalışmada elde edilen tersi sonuç, spor yapan bireylerin boş zamanlarını yoğun biçimde spor faaliyetlerine ayırdıkları için diğer boş zaman etkinliklerine yönelik tutumlarının daha düşük olabileceğini düşündürmektedir.

Genel olarak, araştırma bulguları engelli bireylerin boş zaman tutumlarının yalnızca demografik özelliklerden değil; engel türü, engelin oluş zamanı ve yaşam tarzından da etkilendiğini göstermektedir. Bu durum, boş zaman katılımının çok boyutlu bir olgu olduğunu ve politika yapımcıların erişilebilir alanlar, sosyal destek mekanizmaları ve etkinlik çeşitliliği üzerinde durmaları gerektiğini ortaya koymaktadır (Darcy & Dowse, 2013; Kaya, 2024).

SONUÇ

Bu çalışmada, katılımcıların boş zaman tutumlarının çeşitli demografik değişkenler (cinsiyet, engel türü, engelli olma durumu, spor yapma durumu ve yaş) açısından nasıl farklılık gösterdiği incelenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır: Cinsiyet değişkeni açısından, kadın ve erkek katılımcıların boş zaman tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki cinsiyetin ortalamaları birbirine yakın olup, cinsiyetin boş zaman tutumları üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı görülmüştür. Engel türü değişkenine göre yapılan analizlerde de görme engelli ve ortopedik engelli bireyler arasında boş zaman tutumları açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Her iki grup da boş zamanlarını

değerlendirme konusunda benzer tutumlar sergilemiştir. Engel durumu değişkenine bakıldığında, doğuştan engelli bireylerin boş zaman tutumları sonradan engelli bireylerden anlamlı düzeyde farklılık göstermiştir ($p = 0.036$). Doğuştan engelli bireylerin boş zaman tutumları daha olumlu iken, sonradan engelli bireylerin bu tutumları daha olumsuz yönde olduğu saptanmıştır. Bu sonuç, engellilik sürecinin bireylerin boş zamanlarını değerlendirme algısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Spor yapma durumu açısından yapılan değerlendirmede, spor yapan bireylerin boş zaman tutumlarının spor yapmayan bireylere kıyasla anlamlı bir şekilde farklı olduğu görülmüştür ($p = 0.043$). Spor yapmayan bireylerin boş zamanlarını değerlendirme tutumları daha olumlu iken, spor yapan bireyler bu konuda daha olumsuz bir tutum sergilemiştir. Bu bulgu, spor yapma durumunun boş zaman tutumları üzerinde etkili bir faktör olduğunu göstermektedir. Yaş değişkenine göre yapılan ANOVA analizine göre, 21-25 yaş ve 26-30 yaş gruplarında boş zaman tutumları açısından anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Bu yaş gruplarında bireyler, boş zamanlarını değerlendirme konusunda daha belirgin farklılıklar sergilemişlerdir. Özellikle 21-30 yaş aralığındaki bireylerin boş zaman tutumları, diğer yaş gruplarına kıyasla daha fazla değişkenlik göstermiştir. Diğer yaş grupları arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sonuç olarak, bu araştırma, bireylerin boş zaman tutumlarının demografik özelliklerine bağlı olarak farklılaştığını ortaya koymaktadır. Özellikle engellilik durumu ve spor yapma gibi değişkenlerin boş zaman değerlendirme tutumları üzerinde önemli etkiler yarattığı görülmektedir. Ayrıca, yaş faktörü, genç bireylerde daha belirgin farklılıklara yol açarken, yaş ilerledikçe bu tutumların daha sabit bir hal aldığı saptanmıştır. Bu bulgular, engelli bireylerin boş zamanlarını daha verimli kullanabilmeleri için yapılacak düzenlemelerde ve spor aktivitelerine katılımlarının teşvik edilmesinde yol gösterici olabilir. Sonuç olarak, rekreasyon alanlarının engelli bireylere uygunluk düzeyinin artırılması, bu bireylerin fiziksel, sosyal ve psikolojik iyilik hallerini olumlu yönde etkileyecektir. Elde edilen bulgular, engelli bireylerin yaşam kalitelerini artırmak ve topluma entegre olmalarını sağlamak için gerekli düzenlemelerin ve iyileştirmelerin yapılması gerektiğini göstermektedir. Engelli bireylerin rekreasyon alanlarından daha fazla yararlanabilmesi için yapılacak olan geliştirmeler, toplumsal farkındalığı artıracak ve engelli bireylerin yaşamlarında olumlu değişimlere yol açacaktır.

Öneriler

- ✓ Rekreasyon alanlarının engelli bireylere uygunluk düzeylerinin artırılması amacıyla aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- ✓ Rekreasyon alanlarının fiziksel erişilebilirliğinin artırılması için, zeminlerin düzleştirilmesi, rampaların ve engelli tuvaletlerinin uygun standartlara göre inşa edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, yol işaretleri ve bilgilendirme panoları gibi yönlendirme elemanlarının engelli bireylerin ihtiyaçlarına uygun olarak tasarlanması önemlidir.
- ✓ Engelli bireyler için düzenlenecek etkinliklerin çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Spor etkinlikleri, sanat atölyeleri, sosyal etkileşim programları gibi çeşitli aktiviteler düzenlenerek engelli bireylerin sosyal katılımlarının artırılması sağlanabilir. Yerel yönetimlerin bu tür etkinliklere destek vermesi teşvik edilmelidir.
- ✓ Engelli bireylerin hakları ve ihtiyaçları konusunda toplumu bilgilendiren kampanyalar düzenlenmelidir. Medya, sosyal medya platformları ve yerel etkinlikler aracılığıyla engelli bireylerin yaşam kalitelerini artırmaya yönelik farkındalık oluşturulması, toplumsal duyarlılığı artıracaktır.

Bu önerilerin hayata geçirilmesi, engelli bireylerin rekreasyon alanlarından daha etkin bir şekilde yararlanmasını sağlayacak ve toplumsal entegrasyonlarını güçlendirecektir. Engelli bireylerin fiziksel ve sosyal katılımlarını artırmak, genel yaşam kalitelerini olumlu yönde etkileyecek önemli bir adımdır.

KAYNAKÇA

1. Akgül, B. M., & Gürbüz, B. (2010). Boş zaman tutum ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 15(4), 37–43.
2. Akgül, B. M., & Gürbüz, B. (2011). Boş zaman tutum ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 16(1), 36–43.
3. Buhalis, D., & Darcy, S. (2011). *Accessible tourism: Concepts and issues*. Channel View Publications.
4. Burns, R. C., & Graefe, A. R. (2007). Constraints to outdoor recreation: Exploring the effects of disabilities on perceptions and participation. *Journal of Leisure Research*, 39(1), 156–181.
5. Darcy, S., & Dickson, T. J. (2009). A whole-of-life approach to tourism: The case for accessible tourism experiences. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 16(1), 32–44.
6. Darcy, S., & Dowse, L. (2013). In search of a level playing field–The constraints and benefits of sport participation for people with intellectual disability. *Disability & Society*, 28(3), 393–407.
7. Karaküçük, S. (2008). *Rekreasyon: Boş zamanları değerlendirme*. Ankara: Gazi Kitabevi.
8. Karasar, N. (2004). *Bilimsel araştırma yöntemi* (13. baskı). Nobel Yayın Dağıtım.
9. Kaya, D. G. (2024). İşitme engelli sporcuların boş zaman tutumları. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*.
10. Kaya, E., & Sarı, İ. (2018). Bedensel ve görme engelli bireylerin boş zaman tutumlarının incelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 3(4), 19–31.
11. Öztürk, M. A. (2011). Accessibility for the disabled in urban parks. *African Journal of Agricultural Research*, 6(4), 943–948.
12. Ragheb, M. G., & Beard, J. G. (1982). Measuring leisure attitude. *Journal of Leisure Research*, 14(2), 155–167.
13. Resmî Gazete. (2005). 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun. T.C. Resmî Gazete, 25868, 7 Temmuz 2005.



14. Rimmer, J. H., Riley, B., Wang, E., Rauworth, A., & Jurkowski, J. (2004). Physical activity participation among persons with disabilities: Barriers and facilitators. *American Journal of Preventive Medicine*, 26(5), 419–425.
15. Rimmer, J. H., Riley, B., Wang, E., Rauworth, A., & Jurkowski, J. (2004). Physical activity participation among persons with disabilities: Barriers and facilitators. *American Journal of Preventive Medicine*, 26(5), 419–425.
16. Story, M. F., Mueller, J. L., & Mace, R. L. (1998). The universal design file: Designing for people of all ages and abilities. North Carolina State University, The Center for Universal Design.
17. United Nations. (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*. New York: United Nations.
18. World Health Organization. (2011). *World report on disability*. Geneva: WHO Press.
19. Yazıcıoğlu, K., Yavuz, F., Göktepe, A. S., & Tan, A. K. (2012). Influence of adapted sports on quality of life and life satisfaction in sport participants and non-sport participants with physical disabilities. *Disability and Health Journal*, 5(4), 249–253.
20. Yılmaz, S., & Özgüner, H. (2015). Accessibility in urban green spaces for disabled people: A case study in Isparta. *Landscape Research*, 40(2), 215–234.

KREDİ VE YURLAR KURUMU'NDA KALAN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN YAŞAM KALİTESİ DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

Rolbin BÜGE

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi,
Rekreasyon Yönetimi Bölümü, Karaman
ORCID: 0009-0003-0535-0616

Doç. Dr. Faruk GÜVEN

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi,
Rekreasyon Yönetimi Bölümü, Karaman
ORCID: 0000-0001-6186-8784

ÖZET

Bu araştırmada, üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi düzeyleri ve alt boyutlarının (fiziksel sağlık, psikolojik, sosyal ilişkiler ve çevre) demografik değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığının incelenmesi amaçlanmaktadır. Araştırma grubunu, Karamanoğlu Mehmet bey Üniversitesi'nde yurtlarda kalan toplam 367 öğrenci oluşturmaktadır. Veriler, Dünya Sağlık Örgütü Yaşam Kalitesi Ölçeği Kısa Formu (WHOQOL-BREF) ile toplanmıştır. Verilerin analizinde SPSS 25 programı kullanılarak t-testi, Mann-Whitney U, ANOVA, Kruskal-Wallis H ve korelasyon analizleri uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre fiziksel sağlık alt boyutunda kadın öğrencilerin puanlarının erkeklere kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu, Psikolojik ve sosyal ilişkiler alt boyutlarında erkek öğrencilerin kadınlardan anlamlı derecede yüksek olduğu, çevre alt boyutunda ise kadınların erkeklere kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu, Genel yaşam kalitesi ve sağlık algısı maddelerinde cinsiyet farklılıklarının anlamlı olduğu, ancak hastalık durumu değişkeninin çoğu alt boyutta anlamlı farklılık yaratmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi algılarının cinsiyet değişkenine göre farklılaştığını, hastalık durumunun ise sınırlı etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yaşam kalitesi, WHOQOL-BREF, üniversite öğrencileri

AN ANALYSIS OF THE QUALITY OF LIFE LEVELS OF UNIVERSITY STUDENTS RESIDING IN THE CREDIT AND HALLS OF RESIDENCE INSTITUTION ABSTRACT

This study aims to examine whether university students' quality of life levels and sub-dimensions

(physical health, psychological, social relationships, and environment) differ according to demographic variables. The research group consists of a total of 367 students residing in dormitories at Karamanoğlu Mehmetbey University. Data were collected using the World Health Organisation Quality of Life Short Form (WHOQOL-BREF). Data analysis was performed using the SPSS 25 programme, applying t-tests, Mann-Whitney U, ANOVA, Kruskal-Wallis H, and correlation analyses. According to the obtained data, female students'

scores were significantly higher than males' in the physical health sub-dimension. In the psychological and social relationships sub-dimensions, male students' scores were significantly higher than females'. In the environment sub-dimension, female students' scores were significantly higher than males'. Gender differences were significant in the general quality of life and health perception items; however, the illness status variable did not create significant differences in most sub-dimensions.

In conclusion, it shows that university students' perceptions of quality of life differ according to the gender variable, while illness status has a limited effect.

Keywords: Quality of life, WHOQOL-BREF, university students

GİRİŞ

Yaşam kalitesi, bireylerin fiziksel, psikolojik, sosyal ve çevresel boyutlarda kendilerini nasıl algıladıklarını, yaşamlarından ne derece memnun olduklarını ve gündelik yaşamlarını ne ölçüde anlamlı bulduklarını ifade eden çok boyutlu bir kavramdır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), yaşam kalitesini “bireyin kendi yaşamındaki konumunu, kültürel bağlam ve değerler sistemi içerisinde, amaçları, beklentileri, standartları ve ilgileriyle ilişkili olarak algılaması” şeklinde tanımlamaktadır (WHOQOL Group, 1998). Bu tanım, yaşam kalitesinin yalnızca fiziksel sağlık göstergeleriyle sınırlı olmadığını; psikolojik iyilik hali, sosyal ilişkiler ve çevresel koşulları da kapsadığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla yaşam kalitesinin incelenmesi, bireylerin yalnızca biyolojik yönlerini değil, aynı zamanda toplumsal ve çevresel koşullarını da anlamayı gerektirir (Üstün & Aydoğdu, 2021). Üniversite dönemi, bireylerin çocukluktan yetişkinliğe geçiş sürecinde yoğun değişimlerin yaşandığı kritik bir dönemdir. Akademik başarı baskısı, ekonomik zorluklar, sosyal ilişkilerdeki değişimler ve geleceğe yönelik belirsizlikler öğrencilerin yaşam kalitesini doğrudan etkileyebilmektedir (Öztürk & Aydın, 2020). Bu bağlamda, üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesinin değerlendirilmesi hem bireysel hem de kurumsal düzeyde önemli çıkarımlar sunmaktadır. Özellikle, öğrencilerin barınma koşulları, sosyal destek kaynakları, sağlıklı yaşam alışkanlıkları ve ruhsal iyi oluş durumları yaşam kalitesinin belirleyicileri arasında ön plana çıkmaktadır (Arslan & Şahin, 2022). Türkiye’de yükseköğrenim gören öğrencilerin önemli bir kısmı, Kredi ve Yurtlar Kurumu’na (KYK) bağlı devlet yurtlarında barınmaktadır. KYK yurtları, öğrencilerin barınma ihtiyaçlarını karşılarken aynı zamanda sosyal, kültürel ve sportif faaliyetlerle yaşam kalitesine katkı sağlamayı hedeflemektedir. Ancak, kalabalık yaşam alanları, bireysel özgürlüklerin sınırlılığı, adaptasyon sorunları ve sosyoekonomik farklılıklar, öğrencilerin yaşam kalitesi algılarında değişkenlik gösterebilmektedir (Demir & Kaya, 2021). Bu nedenle KYK yurtlarında kalan öğrencilerin

yaşam kalitesinin incelenmesi, hem mevcut durumun anlaşılması hem de iyileştirme politikalarının geliştirilmesi açısından önem arz etmektedir (Korkmaz & Yıldırım, 2023). Yaşam kalitesini ölçmek için kullanılan ölçeklerden biri olan WHOQOL-BREF, Dünya Sağlık Örgütü tarafından geliştirilmiş ve pek çok kültürel bağlamda uyarlanarak kullanılan güvenilir bir ölçme aracıdır. Ölçeğin fiziksel sağlık, psikolojik, sosyal ilişkiler ve çevre boyutlarının yanı sıra genel yaşam kalitesi ve sağlık algısı maddeleri, öğrencilerin yaşamlarının farklı yönlerine ilişkin bütüncül bir değerlendirme sunmaktadır (Skevington & Epton, 2018). Üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesini bu ölçek aracılığıyla değerlendirmek, hem bireysel ihtiyaçların hem de kurumsal destek mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamaktadır (Doğan & Demirtaş, 2020).

Literatürde, cinsiyetin yaşam kalitesi üzerinde belirleyici bir değişken olduğu sıkça rapor edilmektedir. Kadın öğrencilerin, özellikle çevresel ve sosyal boyutlarda daha duyarlı oldukları; erkek öğrencilerin ise psikolojik ve sosyal ilişkiler açısından daha yüksek puanlar aldığına dair bulgular mevcuttur (Şimşek & Arıcı, 2021; Lin et al., 2019). Bununla birlikte, öğrencilerin sahip oldukları sağlık sorunlarının yaşam kalitesine etkisi de önemli bir araştırma konusudur. Ancak bazı çalışmalarda sağlık durumunun yaşam kalitesi üzerindeki etkilerinin sınırlı olduğu, bireylerin öznel değerlendirmelerinin daha belirleyici olduğu görülmektedir (Nguyen et al., 2020; Çelik & Özkan, 2023). Bu çalışmanın amacı, KYK yurtlarında kalan üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi düzeylerini incelemek ve cinsiyet ile hastalık durumu gibi demografik değişkenlere göre farklılık gösterip göstermediğini ortaya koymaktır. Çalışmadan elde edilen sonuçların, üniversite yönetimlerinin, yurt hizmetlerinin ve politika yapıcıların öğrenci refahını artırmaya yönelik uygulamalarına ışık tutacağı düşünülmektedir (Altun & Yıldız, 2022). Ayrıca, öğrencilerin yaşam kalitesinin iyileştirilmesine yönelik müdahale programlarının geliştirilmesi açısından da pratik katkılar sağlayacaktır.

Üniversite Öğrencilerinde Psikolojik İyi Oluş ve Yaşam Kalitesi

Üniversite öğrencileri, genç yetişkinlik döneminin getirdiği gelişimsel görevlerin yanı sıra akademik baskılar, ekonomik zorluklar, sosyal uyum sorunları ve geleceğe ilişkin belirsizliklerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu faktörler, öğrencilerin yaşam kalitesi algılarını doğrudan etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır. Özellikle psikolojik iyi oluş, yaşam kalitesinin en kritik bileşenlerinden biridir. Psikolojik iyi oluş; stresle başa çıkma becerileri, öz-yeterlik, yaşam doyumu ve ruh sağlığı göstergeleri ile yakından ilişkilidir (Keyes, 2019).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, üniversite öğrencilerinin kaygı ve depresyon düzeylerinin artmasının yaşam kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ortaya koymaktadır (İbrahim et

al., 2020). COVID-19 pandemisi sonrası yapılan çalışmalarda ise sosyal izolasyon, çevrim içi eğitim süreci ve ekonomik belirsizliklerin öğrencilerin yaşam kalitesi üzerinde kalıcı etkiler bıraktığı vurgulanmaktadır (Ma et al., 2022). Bununla birlikte, sosyal destek mekanizmalarının varlığı, öğrencilerin psikolojik dayanıklılığını artırarak yaşam kalitesi algılarını güçlendirmektedir (Elmer et al., 2020). Psikolojik iyi oluş ile yaşam kalitesi arasındaki pozitif ilişkiyi inceleyen çalışmalar, öz-şefkat, umut, dayanıklılık ve duygusal zekâ gibi bireysel faktörlerin de önemli rol oynadığını göstermektedir (Arslan & Yıldırım, 2021). Bu bağlamda, üniversite öğrencilerinin psikolojik sağlamlığını güçlendirecek rehberlik, psikolojik danışmanlık ve sosyal etkinlik programlarının yaşam kalitesini artırıcı etkiye sahip olabileceği ifade edilmektedir.

Cinsiyet, Sağlık Durumu ve Yaşam Kalitesi İlişkisi

Cinsiyet farklılıklarının yaşam kalitesi üzerindeki etkisi, literatürde sıklıkla tartışılan bir konudur. Kadın ve erkek öğrenciler, toplumsal roller, psikososyal beklentiler ve yaşam deneyimleri açısından farklılıklar göstermektedir. Yapılan çalışmalarda, kadın öğrencilerin çevre ve fiziksel sağlık boyutlarında daha yüksek puanlar aldıkları; erkek öğrencilerin ise psikolojik ve sosyal ilişkiler boyutlarında avantajlı oldukları belirlenmiştir (Akkuş & Karataş, 2022; Wang & Sun, 2019). Bu durum, yaşam kalitesi algısının cinsiyet temelli sosyal roller ve kültürel normlardan etkilendiğini göstermektedir. Öte yandan sağlık durumu da yaşam kalitesinin belirleyici unsurlarından biridir. Sağlık sorunları, bireylerin hem günlük yaşam aktivitelerini kısıtlamakta hem de psikolojik ve sosyal boyutlarda zorluklar yaratmaktadır. Ancak bazı araştırmalarda, öğrenciler arasında sağlık durumunun yaşam kalitesi üzerindeki etkisinin sınırlı olduğu, bireylerin öznel algılarının daha güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bayram & Bilgel, 2021). Bu bulgu, hastalık durumunun yalnızca biyolojik bir olgu olmadığını, aynı zamanda sosyal destek, baş etme becerileri ve yaşam tarzı gibi faktörlerle birlikte değerlendirildiğini göstermektedir. KYK yurtlarında kalan öğrenciler özelinde yapılan çalışmalar, sağlık sorunlarının öğrencilerin yaşam kalitesini olumsuz etkilediğini, ancak sosyal destek ağlarının bu etkiyi hafifletebildiğini ortaya koymaktadır (Gürbüz & Aydın, 2022). Dolayısıyla, cinsiyet ve sağlık durumunun yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini anlamak, öğrencilere yönelik iyileştirme programlarının planlanması açısından kritik öneme sahiptir.

Materyal ve Metot

Araştırma Modeli

Bu araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden tarama (survey) modeli kapsamında yürütülmüştür. Çalışmada, üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi düzeyleri ve alt boyutlarının (fiziksel sağlık, psikolojik, sosyal ilişkiler ve çevre) çeşitli demografik değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir.

Araştırma Grubu

Araştırmanın evrenini, Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Kredi ve Yurtlar Kurumu'na (KYK) bağlı yurtlarda kalan üniversite öğrencileri oluşturmaktadır. Gönüllü katılım esasına dayalı olarak belirlenen örnekleme toplam 367 öğrenci dahil edilmiştir. Katılımcıların 145'i erkek, 209'u kadındır.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada Dünya Sağlık Örgütü Yaşam Kalitesi Ölçeği Kısa Formu (WHOQOL-BREF) kullanılmıştır. Ölçek dört alt boyut ve iki genel maddeyi içermektedir:

- Fiziksel Sağlık (6 madde),
- Psikolojik (6 madde),
- Sosyal İlişkiler (4 madde),
- Çevre (8 madde),
- Genel Yaşam Kalitesi (Q1) ve Genel Sağlık Algısı (Q2) (2 madde).

Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması Eser ve ark. (1999) tarafından yapılmış olan ölçek 5'li Likert tipi derecelendirme ile uygulanmıştır.

Veri Toplama Süreci

Araştırma verileri, 2025 yılı içerisinde KYK yurtlarında kalan öğrencilere yüz yüze ve çevrim içi anket uygulaması yoluyla toplanmıştır. Katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmış, gönüllülük esasına dayalı katılım sağlanmıştır.

İstatistiksel Analizler

Verilerin analizinde SPSS 25 paket programı kullanılmıştır. Analiz sürecinde: Normallik varsayımı için Shapiro-Wilk testi, Varyans homojenliği için Levene testi, İkili grup karşılaştırmalarında bağımsız örneklem t-testi ve varsayımlar sağlanmadığında Mann-Whitney U testi, Çoklu gruplar için ANOVA ve Kruskal-Wallis H testi, Değişkenler arasındaki ilişkiler için Pearson ve Spearman korelasyon analizleri yapılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR**Tabo1. Fiziksel Sağlık Alt Boyutu – İkili Gruplar Karşılaştırması**

Gruplar	Değişken	n1	n2	Ort1	Ort2	SS1	SS2	t	Mann-Whitney
Erkek Kadın	Cinsiyet	3	165	1.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Hayır Evet	Şu anda bir hastalığınız var mı?	167	1	2.976	1.000	0.2182	—	0.913	0.000

Fiziksel Sağlık Alt Boyutu İkili Gruplar (t-testi ve Mann-Whitney U sonuçları):

Cinsiyet Değişkenine Göre: Erkek (n=3) ve kadın (n=165) katılımcıların fiziksel sağlık puanları karşılaştırıldığında, erkek grubunun ortalaması 1.00 iken, kadın grubunun ortalaması 3.00 olarak bulunmuştur. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucunda bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($t=...$, $p<0.001$). Benzer şekilde Mann-Whitney U testi de anlamlı fark göstermektedir ($p<0.001$). Bu bulguya göre, kadın katılımcıların fiziksel sağlık düzeyi erkeklere kıyasla anlamlı derecede yüksektir.

Hastalık Durumuna Göre: “Hastalığı olmayan” (n=167) katılımcıların ortalama puanı 2.98, “Hastalığı olan” (n=1) katılımcının ortalaması 1.00’dir. t-testi sonucu anlamlı bulunmamıştır ($p=0.913$). Ancak, Mann-Whitney U testi farkı istatistiksel olarak anlamlı göstermiştir ($p<0.001$). Bu durum, örneklem dengesizliği (bir grupta yalnızca bir katılımcı bulunması) nedeniyle dikkatle değerlendirilmelidir. Fiziksel sağlık alt boyutunda cinsiyetler arasında anlamlı farklılık saptanmış; kadınların daha yüksek fiziksel sağlık düzeyine sahip olduğu görülmüştür. Hastalık değişkeninde ise gruplar arasındaki dengesizlik nedeniyle test sonuçları sınırlı güvenilirliğe sahiptir. Bu bulgular, fiziksel sağlık algısının demografik faktörlere göre değişiklik gösterebileceğini işaret etmektedir.

Tabo 2. Psikolojik Alt Boyut – İkili Grupların Karşılaştırmaları

Gruplar	Değişken	n1	n2	Ort1	Ort2	SS1	SS2	Levene p	t	Mann-Whitney
Erkek Kadın	Cinsiyet	156	211	3.5865	3.1848	0.6937	0.3891	0.000	0.000	0.000
Hayır Evet	Şu anda bir hastalığınız var mı?	355	12	3.3606	3.2083	0.5468	1.1572	0.011	0.658	0.402

Cinsiyet Değişkenine Göre: Erkek (n=156) katılımcıların ortalama psikolojik puanı 3.59, kadın (n=211) katılımcıların ortalaması ise 3.18’dir. Standart sapma erkeklerde 0.69, kadınlarda 0.39’dur. Bu değerler, erkek grubunda puanların daha geniş bir dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Levene testi varyansların homojen olmadığını göstermiştir ($p=0.000$). Bağımsız örneklem t-testi sonucunda cinsiyet grupları arasında anlamlı fark bulunmuştur (t p=0.000).

Mann-Whitney U testi de bu sonucu doğrulamaktadır ($p=0.000$). Sonuç: Erkek katılımcıların psikolojik iyi oluş düzeyleri, kadınlara kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Hastalık Durumuna Göre: Hastalığı olmayan katılımcıların ($n=355$) ortalama psikolojik puanı 3.36, hastalığı olanların ($n=12$) ortalaması 3.21'dir. Standart sapma değerleri sırasıyla 0.55 ve 1.16'dır. Bu durum, özellikle hastalığı olan grupta bireylerin puanlarının oldukça heterojen dağıldığını göstermektedir. Levene testi varyansların homojen olmadığını göstermektedir ($p=0.012$). Bağımsız örneklem t-testi sonucu anlamlı değildir (t $p=0.659$). Mann-Whitney U testi de farkı anlamlı bulmamıştır ($p=0.403$). Sonuç: Hastalık durumu değişkenine göre psikolojik iyi oluş düzeylerinde anlamlı bir fark yoktur. Cinsiyet değişkeni anlamlı bir farklılık yaratmaktadır; erkeklerin psikolojik puanları daha yüksektir. Hastalık durumu ise anlamlı bir farklılık yaratmamaktadır.

Tablo 3. Sosyal İlişkiler Alt Boyut – İkili Grupların karşılaştırılması

Gruplar	Değişken	n1	n2	Ort1	Ort2	SS1	SS2	Levene	t	Mann-Whitney
Erkek Kadın	Cinsiyet	155	211	3.473	3.213	0.881	0.433	0.000	0.000	0.000
Hayır Evet	Şu anda bir hastalığınız var mı?	355	11	3.333	3.000	0.642	1.322	0.000	0.424	0.515

Cinsiyet Değişkenine Göre: Erkek katılımcıların ($n=155$) sosyal ilişkiler puanı ortalaması 3.47, kadın katılımcıların ($n=211$) ortalaması ise 3.21'dir. Standart sapma erkeklerde 0.88, kadınlarda 0.43 olup, erkek grubundaki dağılımın daha heterojen olduğunu göstermektedir. Levene testi varyansların homojen olmadığını göstermiştir ($p=0.000$). Bağımsız örneklem t-testi sonucu anlamlıdır (t $p=0.001$). Mann-Whitney U testi de bu sonucu doğrulamaktadır ($p=0.000$).

Sonuç: Erkeklerin sosyal ilişkiler puanları, kadınlara kıyasla anlamlı derecede daha yüksektir.

Tablo 4. Çevre Alt Boyut – İkili Grupların Karşılaştırılması

Gruplar	Değişken	n1	n2	Ort1	Ort2	SS1	SS2	Levene	t	Mann-Whitney
Erkek Kadın	Cinsiyet	6	165	1.000	3.000	0.000	0.000	—	0.000	0.000
Hayır Evet	Şu anda bir hastalığınız var mı?	169	2	2.952	1.000	0.304	0.000	0.827	0.000	0.000

Cinsiyet Değişkenine Göre: Erkek katılımcıların ($n=6$) çevre puanı ortalaması 1.00, kadın katılımcıların ($n=165$) ortalaması 3.00'dır. Standart sapma her iki grupta da 0.00 çıkmıştır; bu, gruplar içindeki tüm katılımcıların aynı puanı verdiğini göstermektedir. Bu nedenle Levene testi hesaplanamamıştır (—). Hem t-testi ($p=0.000$) hem de Mann-Whitney U testi ($p=0.000$)

anlamli fark gostermektedir. Sonuç: Kadın katılımcıların evre alt boyutu puanları erkeklerden anlamli derecede yüksektir. Ancak, erkek grubunun çok küçük olması (n=6) ve varyansın sıfır olması bulgunun güvenilirliğini sınırlandırmaktadır.

Tablo 4. Genel Yaşam Kalitesi ve Sağlık Algısı İkili Grupların Karşılaştırılması

Madde	Gruplar	Değişken	n1	n2	Ort1	Ort2	SS1	SS2	t	Mann-Whitney
Genel Yaşam Kalitesi (Q1)	Erkek Kadın	Cinsiyet	145	209	2.813	3.000	0.526	0.000	0.000	0.000
Genel Yaşam Kalitesi (Q1)	Hayır Evet	Şu anda bir hastalığınız var mı?	342	12	2.932	2.666	0.331	0.651	0.186	0.008
Genel Sağlık Algısı (Q2)	Erkek Kadın	Cinsiyet	112	211	3.089	3.000	0.414	0.000	0.024	0.002
Genel Sağlık Algısı (Q2)	Hayır Evet	Şu anda bir hastalığınız var mı?	316	7	3.031	3.000	0.250	0.000	0.738	0.744

Genel Yaşam Kalitesi (Q1)

Cinsiyet Değişkenine Göre: Erkek katılımcıların (n=145) ortalama yaşam kalitesi puanı 2.81 iken, kadın katılımcıların (n=209) ortalaması 3.00'dır. Standart sapma erkeklerde 0.53, kadınlarda ise 0.00'dır. Kadın grubunda varyansın sıfır olması, tüm kadın katılımcıların aynı puanı verdiğini göstermektedir. Hem bağımsız örneklem t-testi (p=0.000) hem de Mann-Whitney U testi (p=0.000) sonuçları anlamli bulunmuştur. Sonuç: Kadın ğrenciler erkeklere kıyasla anlamli derecede daha yüksek yaşam kalitesi algısına sahiptir. Ancak, kadın grubunda varyansın olmaması bu bulgunun güvenilirliğini sınırlandırmaktadır.

Hastalık Durumuna Göre

Hastalığı olmayan öğrencilerin (n=342) ortalama yaşam kalitesi puanı 2.93 iken, hastalığı olanların (n=12) ortalaması 2.67'dir. Bağımsız rneklem t-testi sonucu anlamli bulunmamıştır (p=0.186). Buna karşın Mann-Whitney U testi gruplar arasında anlamli fark göstermiştir (p=0.009). Sonuç: Hastalığı olmayan öğrencilerin yaşam kalitesi algıları, hastalığı olanlara göre daha yüksektir. Ancak gruplar arasındaki dengesiz dağılım (hastalığı olanlarda n=12) bulgunun gücünü sınırlandırmaktadır.

Genel Sağlık Algısı (Q2)

Cinsiyet Değişkenine Göre: Erkek ğrencilerin (n=112) ortalama sağlık algısı 3.09, kadın öğrencilerin (n=211) ortalaması ise 3.00'dır. Standart sapma erkeklerde 0.41, kadınlarda 0.00'dır. Bağımsız rneklem t-testi (p=0.025) ve Mann-Whitney U testi (p=0.002) sonuçları

anlamli bulunmuştur. Sonuç: Erkek öğrencilerin sağlık algısı, kadın öğrencilere kıyasla anlamlı derecede daha yüksektir. Ancak kadın grubunda varyansın olmaması sonucu sınırlı hale getirmektedir.

Hastalık Durumuna Göre: Hastalığı olmayan öğrencilerin (n=316) ortalama sağlık algısı 3.03, hastalığı olanların (n=7) ortalaması 3.00'dır. Hem t-testi (p=0.738) hem de Mann-Whitney U testi (p=0.745) sonuçları anlamlı değildir. Sonuç: Hastalık durumu değişkeni, öğrencilerin sağlık algılarında anlamlı bir farklılık oluşturmamaktadır.

TARTIŞMA

Bu çalışmada KYK yurtlarında kalan üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi (YK) düzeyleri incelenmiş ve cinsiyet ile hastalık durumu değişkenlerine göre farklılaşma durumları değerlendirilmiştir. Bulgular, fiziksel sağlık ve çevre boyutlarında kadınların; psikolojik ve sosyal ilişkiler boyutlarında ise erkeklerin daha yüksek puan aldığını göstermiştir. Ayrıca genel yaşam kalitesi (Q1) ve genel sağlık algısı (Q2) maddelerinde cinsiyet farklarının anlamlı olduğu, hastalık durumu için ise çoğu boyutta anlamlı fark elde edilmediği görülmüştür.

Cinsiyete bağlı farklılaşma, YK yazınıyla genel olarak uyumludur. Lin ve ark. (2019) üniversite öğrencilerinde cinsiyete göre YK'nın boyutlar bazında ayrışabildiğini, çevre ve fiziksel sağlıkta kadınların; sosyal ilişkiler ve psikolojik boyutta erkeklerin görece avantajlı olabildiğini belirtmiştir. Çalışmanızdaki desen bu yönüyle toplumsal cinsiyet rolleri, güvenlik/çevresel memnuniyet ve sosyal katılım biçimlerinin farklılaşmasıyla açıklanabilir. KYK bağlamında ise yurt kuralları, mahremiyet, oda yoğunluğu, ortak alanların niteliği ve olanaklara erişim gibi çevresel etkenler, özellikle çevre boyutunda kadınlar lehine gözlenen farklılığı güçlendirebilir (Korkmaz & Yıldırım, 2023).

Psikolojik boyut ve sosyal ilişkilerde erkeklerin daha yüksek puanları, pandemi sonrası dönemde öğrencilerin sosyal ağlarını yeniden yapılandırma biçimlerine ve baş etme stratejilerine işaret ediyor olabilir. Pandemi döneminin ruh sağlığı ve sosyal ağlar üzerindeki kalıcı etkileri, üniversite öğrencilerinde kaygı/depresyon artışı ve YK düşüşü ile geniş biçimde belgelenmiştir (İbrahim ve ark., 2020; Elmer ve ark., 2020; Ma ve ark., 2022). Sosyal destek ve dayanıklılığın YK üzerindeki koruyucu etkisi, olumlu psikoloji perspektifinden de gösterilmiştir (Arslan & Yıldırım, 2021). Bu çerçevede, erkek öğrencilerin daha yüksek psikolojik/sosyal puanları, çalışmanın örneklem özellikleri (program, sınıf düzeyi, yurt kültürü, kulüp/ekip üyeliği vb.) ve döneme özgü sosyal toparlanma örüntüleriyle ilişkili olabilir.

Hastalık durumunun çoğu boyutta anlamlı fark yaratmaması da yazındaki bulgularla bütünüyle çelişmemektedir. Üniversite örneklemelerinde YK'yı, nesnel sağlık durumundan çok öznel iyilik

hâli, baş etme, sosyal destek ve çevresel uygunluk gibi değişkenlerin açıkladığı sıklıkla rapor edilmiştir (İbrahim ve ark., 2020; Skevington & Epton, 2018). Bununla birlikte, çalışmanızda hastalık var diyen grubun çok küçük olması (n'lerin dengesizliği), istatistiksel gücü düşürerek anlamlılık testlerini etkilemiş olabilir.

Genel olarak, bulgularınız cinsiyete bağlı boyut-özgü farklar ve hastalık durumunun sınırlı etkisi ile literatürle kısmen uyumlu bir tablo sunmaktadır. Ancak bazı hücrelerdeki aşırı dengesizlik ve sıfır varyans gibi teknik uyarılar, sonuçların yorumunda ihtiyat gerektirir. Veri temizliği, robust istatistikler, etki büyüklükleri ve çok değişkenli modelleme ile bulguların gücü ve uygulanabilirliği artacaktır. KYK bağlamında çevresel iyileştirmeler ve psikososyal destek programları, öğrencilerin yaşam kalitesini artırmada pratik ve sürdürülebilir bir yol haritası sunmaktadır.

SONUÇ

Bu araştırmada, Kredi ve Yurtlar Kurumu'na bağlı yurtlarda kalan üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi düzeyleri incelenmiş ve demografik değişkenlere göre farklılıklar değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir: Fiziksel sağlık alt boyutunda kadın öğrenciler erkeklere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek puanlara sahiptir. Psikolojik ve sosyal ilişkiler alt boyutlarında erkek öğrencilerin puanları kadınlara göre daha yüksektir. Çevre alt boyutunda kadınların erkeklere kıyasla daha yüksek puanlara sahip olduğu görülmüştür. Genel yaşam kalitesi ve genel sağlık algısı maddelerinde cinsiyet değişkenine göre anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Hastalık durumu değişkeni ise, özellikle gruplar arasındaki dengesizlikler nedeniyle, çoğu alt boyutta anlamlı bir farklılık ortaya koymamıştır. Bu sonuçlar, üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi algılarının özellikle cinsiyet değişkenine göre farklılaştığını, ancak hastalık durumunun sınırlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bulgular, öğrencilerin yaşam kalitesini artırmaya yönelik planlamalarda cinsiyet temelli ihtiyaçların dikkate alınmasının önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

1. Akkuş, H., & Karataş, Z. (2022). Üniversite öğrencilerinde cinsiyet farklılıklarının yaşam kalitesi üzerine etkisi. *Eğitim ve Psikoloji Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 87-104.
2. Altun, R., & Yıldız, F. (2022). Üniversite öğrencilerinde yaşam kalitesi ve psikolojik sağlamlık ilişkisi. *Türk Psikoloji Dergisi*, 37(2), 55-68.
3. Arslan, G., & Yıldırım, M. (2021). Resilience, psychological well-being, and quality of life in college students: A positive psychology approach. *Journal of Positive Psychology*, 16(5), 594-603.
4. Arslan, G., & Yıldırım, M. (2021). Resilience, psychological well-being, and quality of life in college students: A positive psychology approach. *Journal of Positive Psychology*, 16(5), 594-603.
5. Arslan, H., & Şahin, M. (2022). Üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi düzeylerinin incelenmesi. *Anadolu Eğitim ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 23-35.

6. Bayram, N., & Bilgel, N. (2021). Health problems and quality of life among university students. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 56(4), 695-704.
7. Çelik, M., & Özkan, A. (2023). Sağlık durumu ve yaşam kalitesi: Üniversite öğrencileri üzerine bir araştırma. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, 8(1), 41-57.
8. Demir, B., & Kaya, A. (2021). KYK yurtlarında kalan öğrencilerin yaşam kalitesi ve sosyal destek düzeyleri. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(3), 112-129.
9. Doğan, S., & Demirtaş, H. (2020). WHOQOL-BREF ölçeği ile üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi düzeylerinin incelenmesi. *Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 11(4), 22-39.
10. Elmer, T., Mepham, K., & Stadtfeld, C. (2020). Students under lockdown: Impact on mental health and social networks during COVID-19. *PLoS ONE*, 15(7), e0236337.
11. Gürbüz, A., & Aydın, H. (2022). KYK yurtlarında kalan öğrencilerin sağlık sorunları ve yaşam kalitesi algıları. *Gençlik Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 45-61.
12. Ibrahim, A. K., Kelly, S. J., Adams, C. E., & Glazebrook, C. (2020). A systematic review of studies of depression prevalence in university students. *Journal of Psychiatric Research*, 122, 23-33.
13. Keyes, C. L. M. (2019). The nexus of mental health and well-being: Policy implications. *American Journal of Public Health*, 109(12), 1871-1878.
14. Korkmaz, Z., & Yıldırım, E. (2023). Üniversite yurdunda yaşam koşullarının öğrencilerin psikolojik iyi oluşuna etkisi. *Psikoloji Çalışmaları Dergisi*, 43(1), 77-95.
15. Lin, C., Chen, Y., & Wang, J. (2019). Gender differences in quality of life among university students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(15), 2725.
16. Ma, Z., Zhao, J., Li, Y., et al. (2022). Mental health problems and quality of life among Chinese college students during COVID-19. *Frontiers in Psychiatry*, 13, 829663.
17. Nguyen, T., Le, H., & Vo, T. (2020). Health status and quality of life among college students: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 20(1), 1864.
18. Skevington, S., & Epton, T. (2018). Assessing quality of life in higher education: A systematic review. *Higher Education Research & Development*, 37(6), 1236-1250.
19. Şimşek, G., & Arıcı, N. (2021). Üniversite öğrencilerinde cinsiyet farklılıklarının yaşam kalitesi üzerindeki etkisi. *Spor ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(2), 95-106.

GENÇ SPORCULARDA ESNEKLİK, DENGİ VE KAVRAMA KUVVETİNİN BRANŞLARA GÖRE ANATOMİK DEĞERLENDİRMESİ

Dr. Öğretim Üyesi Aysun GÜLER KANTER

Department of Coaching Education, Faculty of Sport Sciences, Kilis 7 Aralık University, Kilis,
Türkiye

ORCID ID: 0009-0008-0033-6053

Dr. Öğretim Üyesi Nesrin ÇELİK

Department of Coaching Education, Faculty of Sport Sciences, Kilis 7 Aralık University, Kilis,
Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-6355-9720

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, farklı spor branşlarında (futbol, judo, tenis, voleybol) yer alan genç sporcuların esneklik, denge ve kavrama kuvveti parametrelerini karşılaştırarak branşa özgü anatomik farklılıkları ortaya koymaktır. Araştırmaya toplam 42 sporcu (Futbol: 21, Judo: 6, Tenis:10, Voleybol:5) dahil edilmiştir. Çalışma, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Toplantı Tarihi: 20.06.2025; Toplantı Sayısı: 2025/11; Karar No: 18). Esneklik ölçümü için Otur-Uzan Testi, denge ölçümü için Flamingo Denge Testi, kavrama kuvveti için ise El-Pence ölçümü kullanılmıştır. Veriler branşlar arasında tek yönlü ANOVA ile karşılaştırılmış, anlamlı bulunan değişkenler için post-hoc analizleri uygulanmıştır. Analizler sonucunda kavrama kuvvetinde branşlar arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Esneklik değerlerinde ise anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0.001$) ve özellikle judocular ile diğer branşlar arasında farklılıklar belirgindir. Denge parametresinde de branşlar arasında güçlü farklılık gözlenmiştir ($p < 0.001$) ve judocular futbol, tenis ve voleybolculara kıyasla anlamlı üstünlük göstermiştir. Bulgular, spor branşlarına özgü fonksiyonel-anatomik adaptasyonların performans parametrelerine yansıdığını ortaya koymaktadır. Judocuların yüksek denge performansı, judo sporunun doğasında yer alan postüral kontrol, core kaslarının aktivasyonu ve propriyoseptif sistemin gelişmişliği ile açıklanabilir. Futbolcuların daha yüksek esneklik değerleri ise alt ekstremité kas-tendon yapısının branşa özgü adaptasyonlarını yansıtmaktadır. Bu sonuçlar, antrenman planlamasında branşa özgü morfolojik farklılıkların dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Esneklik, Denge, Kavrama Kuvveti, Spor Branşları, Anatomi

ANATOMICAL EVALUATION OF FLEXIBILITY, BALANCE, AND GRIP STRENGTH IN YOUNG ATHLETES ACROSS DIFFERENT SPORTS

ABSTRACT

The aim of this study was to compare flexibility, balance, and grip strength parameters among young athletes from different sports (football, judo, tennis, volleyball) in order to reveal sport-specific anatomical differences. A total of 42 athletes participated in the study (Football:21,

Judo:6, Tennis:10, Volleyball:5). The study was approved by the Ethics Committee of Kilis 7 Aralık University (Meeting Date: 20 June 2025; Meeting No: 2025/11; Decision No: 18). Flexibility was assessed using the Sit-and-Reach Test, balance was measured by the Flamingo Balance Test, and grip strength was evaluated with a hand dynamometer. Data were compared between sports using one-way ANOVA, and post-hoc analyses were applied for significant variables. The analysis showed no significant difference in grip strength among the sports ($p > 0.05$). Flexibility values differed significantly between groups ($p < 0.001$), with judokas demonstrating distinct differences compared to other athletes. Balance performance also showed a strong difference among sports ($p < 0.001$), with judokas exhibiting significantly superior scores compared to football, tennis, and volleyball players. These findings indicate that sport-specific functional and anatomical adaptations are reflected in performance parameters. The superior balance performance of judokas can be explained by the sport's inherent emphasis on postural control, activation of core muscles, and development of the proprioceptive system. The higher flexibility values observed in football players reflect sport-specific adaptations of the lower extremity muscle–tendon complex. Overall, the results emphasize the importance of considering morphological differences between sports in training planning.

Keywords: Flexibility, Balance, Grip Strength, Sports, Anatomy

BAŞARILI ÖĞRENCİ PROFİLİNE SAHİP BİR LİSEDE ÖĞRETMENLERİN OFANSİF KLİŞE KULLANIMINA İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf SÖZER

Batman University, Faculty of Sport Sciences, Department of Physical Education and Sports
Teaching, 72000 Batıraman, BATMAN

ORCID ID: 0000-0002-3896-3967

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah YILDIRMAZ

Batman University, Faculty of Science, Social Sciences Vocational School, Department of Marketing
and Advertising 72000 Batıraman, BATMAN

ORCID ID: 0000-0003-0712-7816

ÖZET

Bu araştırma, başarılı öğrenci profiline sahip bir lisede görev yapan öğretmenlerin ofansif klişe kullanımına ilişkin görüşlerini derinlemesine incelemeyi amaçlamaktadır. Edimbilim kuramı ve Searle'nin konuşma edimleri sınıflaması temelinde yapılandırılan çalışmada, öğretmen söylemlerinin yalnızca ne söyledikleri değil, hangi amaçlarla söylendikleri ve öğrenciler üzerinde nasıl etkiler yarattıkları araştırılmıştır. Bu araştırma fenomenoloji deseninde tasarlanan nitel bir araştırma olup Liselere Giriş Sınavı (LGS) puanıyla öğrenci kabul eden Batman Anadolu Lisesi'nde görev yapan 10 öğretmenle yarı yapılandırılmış odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme ve tipik durum örnekleme ile seçilmiştir. Veri toplama sürecinde, sahadan toplanan 44 öğretmen klişesi edimbilimsel açıdan kategorize edilmiş ve öğretmenlere incelemeleri için sunulmuş; daha sonra odak grup görüşme soruları yöneltilerek veri toplanmıştır. Veriler içerik analizi tekniğinden yararlanılarak analiz edilmiştir. Bulgular, beş ana tema altında organize edilmiştir: (1) Savunma Mekanizması Olarak Klişe Kullanımı, (2) Sistemik Baskı ve Zaman Kısıtları, (3) Öğretmen Profesyonelliği ve Kalite Sorunu, (4) Dolaylı İletişim ve Güç Dinamikleri, (5) Farkındalık ve Değişim Potansiyeli. Sonuçlar, öğretmenlerin klişeleri psikolojik bir savunma mekanizması olarak kullandıklarını, sınav odaklı eğitim sisteminin ve zaman kısıtlarının klişe kullanımını tetiklediğini, öğretmen yetiştirme sistemindeki sorunların ve profesyonellik eksikliğinin etkili olduğunu göstermiştir. İlginç bir bulgu, başarılı öğrencilerle çalışan öğretmenlerin bile klişelere başvurmasıdır; bu durum, sorunun bireysel faktörlerden ziyade sistemik ve yapısal faktörlerden kaynaklandığına işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Öğretmen klişeleri, edimbilim, Searle söz edimleri, öğretmen-öğrenci iletişimi, ofansif söylemler.

TEACHERS' VIEWS ON THE USE OF OFFENSIVE CLICHÉS IN A HIGH SCHOOL WITH A SUCCESSFUL STUDENT PROFILE

ABSTRACT

This study aims to examine in-depth the views of teachers working in a high school with a successful student profile regarding their use of offensive clichés. Based on pragmatic theory and Searle's classification of speech acts, the study investigates not only what teachers say but also for what purposes these utterances are made and what effects they have on students. This qualitative research, designed in a phenomenological pattern, was conducted through semi-structured focus group interviews with 10 teachers teaching at Batman Anatolian High School, which admits students based on High School Entrance Exam (LGS) scores. Participants were selected through purposeful sampling methods, specifically criterion sampling and typical case sampling. During the data collection process, 44 teacher clichés collected from the field were categorized from a pragmatic perspective and presented to the teachers for their review; subsequently, data were collected by posing focus group interview questions. The data were analyzed using content analysis technique. Findings were organized under five main themes: (1) Use of Clichés as a Defense Mechanism, (2) Systemic Pressure and Time Constraints, (3) Teacher Professionalism and Quality Issues, (4) Indirect Communication and Power Dynamics, (5) Awareness and Potential for Change. Results showed that teachers use clichés as a psychological defense mechanism, that the exam-oriented education system and time constraints trigger cliché use, and that problems in the teacher training system and lack of professionalism are influential. An interesting finding is that even teachers working with successful students resort to clichés, indicating that the problem stems from systemic and structural factors rather than individual factors.

Keywords: Teacher clichés, pragmatics, Searle speech acts, teacher-student communication, offensive discourse.

YEREL YÖNETİMLERDE GENÇLİK HİZMETLERİ YÖNETİM MODELLERİ: ANKARA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ UYGULAMASI

Prof. Dr. Gökhan ACAR

Uşak University, Faculty of Sport Science, 64200 Merkez, Uşak

ORCID ID: 0000-0002-3617-1958

Dr. Kayhan SERİN

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Institute of Educational Sciences, 15030 İstiklal Yerleşkesi,
Burdur

ORCID ID: 0000-0002-4927-733X

ÖZET

Bu çalışma, yerel yönetimlerde gençlik hizmetleri yönetim modellerini Ankara Büyükşehir Belediyesi (ABB) örneği üzerinden incelemektedir. Çalışmanın amacı, ABB'nin gençlik hizmetlerinin yönetsel, yapısal ve işlevsel boyutlarını ortaya koyarak katılımcı, sürdürülebilir ve yenilikçi bir modele ilişkin çıkarımlar geliştirmektir. Nitel araştırma desenine dayanan çalışmada veri toplama yöntemi olarak belge incelemesi kullanılmış; belediyenin kamuya açık metin tabanlı kaynakları sistematik biçimde kodlanmış ve içerik çözümlemesiyle tematik olarak sınıflandırılmıştır. Analitik çerçeve olarak SWOT yaklaşımı benimsenmiştir. Bulgular, ABB'nin gençlik hizmetlerini sosyal, kültürel, sportif, eğitimsel ve psiko-sosyal bileşenleri bütünleştiren çok boyutlu bir yapı içinde kurguladığını; gençlerin karar alma ve uygulama süreçlerine dâhil edilmesine olanak tanıyan katılımcı yönetim anlayışının kurumsallaştığını göstermektedir. Güçlü kurumsal kapasite, hizmet çeşitliliği ve paydaş iş birlikleri öne çıkan güçlü yönlerdir. Buna karşılık, katılım ve etki ölçümüne ilişkin nicel göstergelerin sınırlılığı, kırsal alanlarda erişim eşitsizlikleri ve dijital inovasyon odaklı programların görece yetersizliği geliştirilmesi gereken alanlar olarak belirlenmiştir. Dış çevrede yüksek genç nüfus, üniversite-STK ortaklıkları ve fon olanakları fırsat; ekonomik dalgalanmalar, genç işsizliği ve dijital bağımlılık ise temel tehditler olarak saptanmıştır. Sonuç olarak, ABB örneği yerel yönetimlerin gençlerle birlikte hizmet tasarlayan, ölçme-değerlendirme ve dijital katılım araçlarıyla güçlendirildiğinde ölçeklenebilir bir yönetim modeline dönüşebilecek katılımcı ve bütüncül bir yaklaşımı mümkün kıldığını göstermektedir. Çalışmanın veri sınırlılığı, bulguların kurumsal belgelere dayalı yorumlarla çerçevelendiğini işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Yerel yönetimler, gençlik hizmetleri, katılımcı yönetim, Ankara Büyükşehir Belediyesi

YOUTH SERVICE MANAGEMENT MODELS IN LOCAL GOVERNMENT: THE CASE OF ANKARA METROPOLITAN MUNICIPALITY

ABSTRACT

This study examines management models for youth services within local authorities through the case of Ankara Metropolitan Municipality (AMM). Its aim is to elucidate the managerial, structural and functional dimensions of AMM's youth services and to derive implications for a participatory, sustainable and innovative model. Adopting a qualitative design, the study employs document analysis; publicly available, text-based municipal sources were systematically coded and thematically classified through content analysis. A SWOT framework guided the analytical strategy. The findings indicate that AMM organises youth services within a multi-dimensional architecture integrating social, cultural, sporting, educational and psycho-social components, and that a participatory governance approach enabling young people's involvement in decision-making and implementation has become institutionalised. Prominent strengths include robust institutional capacity, service diversity and stakeholder collaboration. By contrast, the limited availability of quantitative indicators for participation and impact, access inequalities in rural districts, and the relative paucity of digitally oriented innovation programmes are identified as areas for development. Externally, a sizeable youth population, university–civil society partnerships and funding mechanisms constitute opportunities, whereas economic volatility, youth unemployment and digital dependency emerge as salient threats. Overall, the AMM case demonstrates that, when reinforced by measurement–evaluation systems and digital participation tools, a participatory and holistic approach that co-designs services with young people can evolve into a scalable management model for local authorities. The study's data limitations indicate that the findings are framed by interpretations of institutional documents.

Keywords: Local authorities; youth services; participatory governance; Ankara Metropolitan Municipality

1. GİRİŞ

Küreselleşme ve kentleşme süreçlerinin hız kazandığı günümüzde genç nüfus, toplumsal dönüşümün en dinamik bileşenlerinden biri olarak ön plana çıkmaktadır. Gençlerin sosyal, kültürel ve ekonomik yaşama aktif biçimde katılımı, yalnızca ulusal politika düzeyinde değil, yerel yönetimlerin hizmet sorumlulukları açısından da stratejik bir önem taşımaktadır. Yerel düzeyde gençlik hizmetlerinin etkin biçimde planlanması ve uygulanması, gençlerin toplumsal aidiyet duygusunu güçlendirirken aynı zamanda sosyal uyum, katılım ve gönüllülük değerlerinin kurumsallaşmasına da katkı sağlamaktadır (Oktay, 2017).

Alanyazında gençlik politikalarının başarısının, yönetim modellerinin katılımcılık, kaynak yönetimi ve paydaş temelli işleyiş düzeyiyle yakından ilişkili olduğu belirtilmektedir. Cooper (2012), gençlik çalışmalarında kuramsal ve uygulamalı modellerin, gençlerin toplumsal yaşama dâhil edilmesinde yönetsel kapasiteyi artırdığını vurgulamaktadır. Benzer biçimde Roth ve Brooks-Gunn (2015), gençlik programlarının etkili olabilmesi için gelişimsel yaklaşımların ölçülebilir çıktılarla desteklenmesi gerektiğini ifade etmektedir. Hampson ve Howell (2016) ise çağdaş yönetim anlayışının, gençlik hizmetlerinde yöneticilerin yalnızca idari işlevleri değil, aynı zamanda katılımcı liderlik rollerini de üstlenmesini zorunlu kıldığını ileri sürmektedir.

Bu bağlamda, gençlik hizmetlerinde “katılımcı yönetim” ve “ko-produksiyon” (co-production) yaklaşımları ön plana çıkmaktadır. Bu modeller, gençlerin yalnızca hizmetin pasif alıcısı değil, aynı zamanda üretim sürecinin aktif paydaşları olarak konumlandırılmasına olanak tanımaktadır. Böylece yerel yönetimler, gençlik hizmetlerinde hem etkinliği artırmakta hem de demokratik katılım kültürünün gelişmesine aracılık etmektedir (Baskaran ve Mehta, 2016; Hampson ve Howell, 2016).

Türkiye’de son yıllarda belediyeler bünyesinde kurulan gençlik merkezleri, sosyal, kültürel ve sportif faaliyetlerle gençlere çok boyutlu destek sunmakta; bu da yerel düzeyde gençlik politikalarının çeşitlenmesine olanak sağlamaktadır. Ankara Büyükşehir Belediyesi (ABB), bu kapsamda gençlere yönelik sosyal, kültürel, sportif ve gönüllülük temelli hizmetleri bütüncül bir yaklaşımla sunan örnek kurumlardan biridir (Ankara Büyükşehir Belediyesi, 2025). ABB’nin gençlik hizmetleri modeli, gençlerin bireysel gelişimini desteklerken toplumsal bütünleşmeye de katkı sağlamakta; kaynak yönetimi, paydaş iş birliği ve katılımcı organizasyon yapısıyla yerel düzeyde yenilikçi bir yönetim örneği oluşturmaktadır.

Bu çalışma, Ankara Büyükşehir Belediyesi örneği üzerinden yerel yönetimlerde gençlik hizmetleri yönetim modellerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında belediyenin hizmet organizasyonu, kaynak yönetimi ve paydaş etkileşimi süreçleri incelenerek; elde edilen bulgular doğrultusunda katılımcı, sürdürülebilir ve yenilikçi bir yönetim modeline ilişkin öneriler geliştirilecektir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Deseni ve Amacı

Bu araştırma, Ankara Büyükşehir Belediyesi’nin (ABB) gençlik politikaları ve hizmet sunum modellerini analiz etmek amacıyla nitel araştırma yaklaşımı doğrultusunda tasarlanmıştır. Çalışmanın temel amacı, ABB’nin “Gençlik Hizmetleri” birimi kapsamında yürütülen

faaliyetlerin yönetimsel, yapısal ve işlevsel boyutlarını ortaya koymak ve mevcut uygulamaların stratejik açıdan değerlendirilmesini sağlamaktır.

Araştırmanın kapsamını, belediyenin gençlik merkezleri aracılığıyla sunduğu sosyal, kültürel, sportif, eğitimsel ve psiko-sosyal hizmetlerin genel çerçevesi oluşturmaktadır. Çalışmada veri kaynağı olarak belediyenin resmî web sitesinde yer alan açık erişimli belgelerden yararlanılmış, özellikle “<https://www.ankara.bel.tr/kadin-ve-aile-hizmetleri/genclik-hizmetleri>” adresinde yer alan içerikler temel veri seti olarak değerlendirilmiştir (Ankara Büyükşehir Belediyesi, 2025).

2.2. Veri Toplama Tekniği: Belge İncelemesi

Veri toplama sürecinde, ABB’nin gençlik merkezlerine ilişkin açıklamaları, hizmet içerikleri, hedef kitle tanımlamaları, faaliyet türleri ve yönetsel organizasyon yapısı ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Çalışmada veri toplama yöntemi olarak belge incelemesi (document analysis) tekniği kullanılmıştır.

Belge incelemesi, kamuya açık dokümanların sistematik biçimde analiz edilmesini sağlayan ve nitel araştırmalarda yaygın biçimde tercih edilen bir tekniktir (Bowen, 2009). Bu yöntem, mevcut belgelerden temalar ve örüntüler çıkarma, olgusal tutarlılığı değerlendirme ve veri üçlemesi (triangulation) yoluyla araştırmanın geçerliliğini güçlendirme olanağı sunar. Bu bağlamda, ABB’nin gençlik hizmetlerine ilişkin metin tabanlı veriler sistematik biçimde kodlanmış ve ön analiz süreci tamamlanmıştır.

2.3. Veri Analizi Süreci: İçerik Çözümlemesi

Elde edilen nitel veriler, içerik çözümlemesi (content analysis) yöntemiyle tematik olarak sınıflandırılmıştır. İçerik çözümlemesi, yazılı ve görsel materyallerdeki anlam örüntülerini sistematik biçimde ortaya çıkarmayı amaçlayan bir yöntemdir (Krippendorff, 2019).

Bu araştırmada içerik çözümlemesi, ABB’nin gençlik hizmetleri kapsamında sunduğu sosyal, kültürel, sportif ve psiko-sosyal destek faaliyetlerini analiz etmek ve bunları yönetimsel işlevleriyle ilişkilendirmek amacıyla uygulanmıştır. Kodlama aşamasında öncelikle hizmet kategorileri belirlenmiş; ardından bu kategoriler, kurumun yönetim anlayışı ve toplumsal katılım perspektifiyle ilişkilendirilmiştir.

2.4. Analitik Yaklaşım: SWOT Analizi

Analizin son aşamasında, belediyenin gençlik hizmetleri yönetim modeli *SWOT analizi* (*Strengths–Weaknesses–Opportunities–Threats*) çerçevesinde değerlendirilmiştir. SWOT analizi, kurumların iç ve dış çevre koşullarını stratejik planlama perspektifinden incelemeye olanak tanıyan analitik bir yaklaşımdır (Namugenyi vd., 2019).

Bu yöntem, kurumun güçlü ve zayıf yönlerini belirlerken aynı zamanda fırsat ve tehditleri sistematik biçimde tanımlamayı sağlar (Helms ve Nixon, 2010). Bu çalışmada SWOT yaklaşımı, ABB'nin gençlik merkezleri ve hizmet sunum süreçlerinin yönetsel etkinliği, kaynak kullanımı, paydaş katılımı ve toplumsal etki potansiyeli boyutlarını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır.

2.5. Analiz Boyutlarının Sınıflandırılması

SWOT analizinde belediyenin hizmet alanları dört temel eksen altında incelenmiştir:

Sosyal ve kültürel faaliyetler: Gençlerin sosyal bütünleşme ve kültürel kimlik gelişimine katkı sağlayan etkinlikleri kapsamaktadır.

Sportif hizmetler: Bireysel gelişimi ve fiziksel sağlığı destekleyerek gençlik katılımını artıran faaliyetleri içermektedir.

Eğitim destek programları: Bilişsel gelişimi ve dijital yetkinlikleri güçlendirmeyi amaçlamaktadır.

Psiko-sosyal destek hizmetleri: Rehberlik, danışmanlık ve farkındalık seminerleri aracılığıyla sosyal uyumu teşvik etmektedir.

Bu sistematik sınıflandırma, elde edilen nitel verilerin analitik biçimde değerlendirilmesini kolaylaştırmış; ABB'nin gençlik hizmetleri yönetim modelinin güçlü yönleri ile geliştirilmesi gereken alanlarının belirlenmesine olanak tanımıştır.

2.6. Veri Sınırlılığı ve Geçerlilik

Araştırmada kullanılan veriler, belediyenin resmî beyanları ve kamuya açık belgeleriyle sınırlıdır. Bu nedenle analiz bulguları, ABB'nin kendi kurumsal kaynaklarına dayalı olarak yorumlanmıştır. Bununla birlikte, bulgular literatürde yer alan yönetim modeli, gençlik politikası ve yönetim yaklaşımları ile karşılaştırılarak kuramsal temelin güçlendirilmesi hedeflenmiştir (Cooper, 2012; Hampson ve Howell, 2016; Oktay, 2017; Roth ve Brooks-Gunn, 2015).

Bu yönetsel yaklaşım, yerel yönetimlerin gençlik hizmetleri alanındaki yönetim modellerini daha iyi anlamaya ve ABB örneği üzerinden uygulanabilir bir değerlendirme modeli geliştirmeye olanak tanımaktadır. Böylece çalışma, yerel düzeyde gençlik hizmetlerinin etkinliğini artırmaya yönelik stratejik politika önerileri geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu araştırmada Ankara Büyükşehir Belediyesi'nin (ABB) gençlik hizmetleri; yönetim yapısı, hizmet kapsamı ve toplumsal etkileri açısından SWOT analiziyle değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, belediyenin gençlik politikalarının güçlü yönleri, iyileştirilmesi gereken

alanları, dış çevredeki fırsatlar ve olası tehditler ekseninde sistematik biçimde sınıflandırılmıştır. Analiz sonucunda ABB'nin gençlik merkezlerinin yalnızca eğitsel veya sportif birimler değil, aynı zamanda katılımcı yönetim ve sosyal bütünleşme mekanizmaları olarak işlev gördüğü saptanmıştır.

3.1. SWOT Analizine Dayalı Bulguların Genel Görünümü

Table 1. ABB gençlik hizmetlerinin güçlü yönleri (Strengths)

Hizmetlerin sosyal, kültürel, sportif ve eğitimsel bütünlüğü
Gençlerin karar süreçlerine katılımına açık yönetim anlayışı
Kariyer, eğitim ve danışmanlık desteğiyle çok boyutlu hizmet modeli
Belediyenin güçlü kurumsal kapasitesi ve kaynak yönetimi
Toplumsal bütünleşme ve gönüllülük faaliyetlerinin yaygınlığı

Tablo 1' e göre, ABB'nin gençlik hizmetleri, kurumsal kapasite ve çeşitlilik açısından dikkat çekici güçlü yönler sergilemektedir. Öncelikle, gençlik merkezlerinin çok boyutlu yapısı, gençlerin kültürel, sportif ve psiko-sosyal ihtiyaçlarını aynı çatı altında karşılayacak biçimde tasarlanmıştır. Sinema, tiyatro, müzik ve enstrüman kursları gibi etkinlikler kültürel katılımı artırırken, spor tesisleri ve turnuvalar fiziksel gelişimi desteklemektedir.

Ayrıca, ABB'nin hizmet yaklaşımı, yalnızca rekreatif etkinlikleri değil, rehberlik, danışmanlık ve eğitim destek programlarını da içermektedir. Bu durum, belediyenin gençleri bütüncül bir kalkınma perspektifiyle ele aldığını göstermektedir. Gençlere yönelik kariyer danışmanlığı, psikososyal destek ve istihdam köprüleri (örneğin ABB Kariyer Merkezi) yerel düzeyde fırsat eşitliği yaratma potansiyeline sahiptir.

Bu yönüyle ABB'nin modeli, literatürde tanımlanan *katılımcı yönetim* ve *ko-produksiyon* ilkeleriyle uyumludur (Cooper, 2012; Hampson & Howell, 2016). Gençlerin yalnızca hizmet alıcısı değil, etkinliklerin planlama ve uygulama aşamalarına katılan paydaşlar olarak görülmesi, demokratik yerel yönetim anlayışını güçlendirmektedir.

Table 2. ABB gençlik hizmetlerinin zayıf yönleri (Weaknesses)

Katılım ve etki verilerinin sınırlı olması (ölçülebilir göstergelerin eksikliği)
Tanıtım ve erişim olanaklarının yetersizliği
Kırsal bölgelerde hizmet dağılımının dengesizliği
Dijital inovasyon ve teknoloji tabanlı gençlik projelerinin sınırlı olması
Paydaşlar arası koordinasyonun kurumsal düzeyde zayıf olması

Tablo 2'ye göre, ABB'nin gençlik hizmetleri güçlü bir yapıya sahip olmakla birlikte, bazı yönetsel ve operasyonel sınırlılıklar da tespit edilmiştir. Öncelikle, belediyenin faaliyet raporlarında ve web tabanlı kaynaklarında nicel verilerin (katılım oranı, etkinlik sıklığı,

memnuniyet düzeyi vb.) eksikliği, performans ölçümünü güçleştirmektedir. Bu durum, etkinliklerin etki analizinin yapılmasını zorlaştırmaktadır.

İkinci olarak, gençlik merkezlerinin tanıtımı ve görünürlüğü sınırlıdır. Özellikle kırsal ilçelerde yaşayan gençlerin merkezlere erişimi konusunda bilgi ve ulaşım eksiklikleri bulunmaktadır. Ayrıca, hizmetlerin büyük bölümü kentsel bölgelerde yoğunlaşmıştır; bu durum mekânsal eşitsizlikleri artırabilir.

Son olarak, dijital dönüşüm ve yenilikçilik alanında sınırlı bir uygulama alanı gözlemlenmiştir. Gençlerin teknoloji ve inovasyon temelli girişimcilik faaliyetlerine yönlendirilmesine karşın, dijital üretkenliğe odaklı programların yetersiz olduğu görülmektedir (Baskaran & Mehta, 2016).

Table 3. ABB gençlik hizmetleri için fırsatlar (Opportunities)

Genç nüfusun yüksek oranı ve katılım potansiyeli
Üniversiteler ve STK'larla iş birliği olanakları
AB ve ulusal fonlar aracılığıyla kaynak çeşitliliği
Gönüllülük ve sosyal girişimcilik eğilimlerinin artışı
Dijitalleşme süreçlerinin yeni hizmet alanları yaratma potansiyeli

Tablo 3'e göre, ABB'nin gençlik politikaları, ulusal ve küresel eğilimlerle uyumlu biçimde gelişim potansiyeli taşımaktadır. Öncelikle, Türkiye'de genç nüfus oranının yüksekliği, yerel düzeyde gençlik odaklı politika geliştirme potansiyelini artırmaktadır (Oktay, 2017). Ayrıca, gençlerin sosyal girişimcilik ve gönüllülük alanlarına artan ilgisi, ABB için yeni katılım modelleri tasarlama fırsatı yaratmaktadır.

ABB'nin sahip olduğu güçlü altyapı, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve özel sektörle ortaklık geliştirme açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Özellikle ODTÜ, Hacettepe ve Ankara Üniversitesi gibi yükseköğretim kurumlarıyla iş birlikleri; gençlerin inovatif projelere katılımını destekleyebilir.

Ayrıca, ulusal düzeyde Gençlik ve Spor Bakanlığı projeleri ve AB Erasmus+ gençlik fonları, ABB'nin mevcut hizmetlerinin sürdürülebilirliğini ve çeşitliliğini güçlendirme fırsatı sunmaktadır.

Table 4. ABB gençlik hizmetlerine yönelik tehditler (Threats)

Ekonomik kısıtlar ve bütçe dalgalanmaları
Genç işsizliğinin yüksekliği
Göç ve kültürel uyum sorunları
Dijital bağımlılık ve sosyal izolasyon riskleri
Sosyo-politik değişimlerin yerel bütçe politikalarına etkisi

Tablo 4'e göre, ABB'nin gençlik hizmetleri dış çevre koşullarından da etkilenmektedir. Öncelikle, ekonomik belirsizlik ve bütçe kısıtları, sürdürülebilir hizmet planlamasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca, genç işsizliği oranlarının yüksekliği, gençlerin sosyal programlardan uzaklaşmasına neden olabilir.

Kültürel farklılıklar ve göç temelli uyum sorunları, gençlerin toplumsal aidiyetini zayıflatabilmekte; bu durum ABB'nin hedef kitleye ulaşımında güçlük yaratmaktadır. Bunun yanı sıra, dijital bağımlılık ve sosyal medya kaynaklı izolasyon gibi yeni kuşak sorunları, gençlik merkezlerinin hedeflerine ulaşmasını olumsuz etkileyebilir (Roth & Brooks-Gunn, 2015).

3.2. Tartışma

SWOT analizinden elde edilen bulgular, Ankara Büyükşehir Belediyesi'nin (ABB) gençlik hizmetlerinin kurumsal bütünlüğe sahip, kapsamlı ve toplumsal etki yaratma potansiyeli yüksek bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır. Belediyenin sosyal, kültürel, sportif ve eğitimsel bileşenleri içeren hizmet modeli, gençlerin çok boyutlu gelişimini desteklemekte ve yerel düzeyde gençlik politikalarının sürdürülebilirliğine katkı sunmaktadır. Bu durum, literatürde sıklıkla vurgulanan "bütüncül gençlik politikası" yaklaşımıyla örtüşmektedir (Roth ve Brooks-Gunn, 2015).

ABB'nin gençlik merkezleri, yalnızca boş zaman değerlendirme alanları olarak değil; aynı zamanda sosyal uyum, gönüllülük, kültürel paylaşım ve katılımcı yurttaşlık değerlerini güçlendiren mekanizmalar olarak işlev görmektedir. Belediyenin gençleri hizmet tasarım ve uygulama süreçlerine dâhil eden yapısı, katılımcı yönetim ve ko-produksiyon (ortak üretim) ilkeleriyle doğrudan uyumludur (Cooper, 2012; Hampson ve Howell, 2016). Bu yaklaşım, gençlerin yalnızca hizmet alıcısı değil, aynı zamanda hizmetin üretim sürecinde yer alan aktif paydaşlar olarak görülmesini sağlamaktadır. Böylece yerel yönetim düzeyinde demokratik katılım ve sosyal bütünleşme kültürü desteklenmektedir.

Bununla birlikte, analiz sonuçları belediyenin güçlü yönlerinin yanında geliştirilmesi gereken alanlara da işaret etmektedir. Özellikle dijital dönüşüm ve yenilikçilik temelli projelerde görülen sınırlılık, gençlerin teknoloji odaklı üretkenlik süreçlerine yeterince entegre olamamasına yol açmaktadır (Baskaran ve Mehta, 2016). ABB'nin mevcut altyapısı, dijital platformlar ve çevrim içi katılım araçlarıyla desteklenmesi hâlinde, hizmetlerin erişilebilirliği ve katılım düzeyi açısından önemli bir gelişme sağlayabilir.

Türkiye'nin yüksek genç nüfus oranı (Oktay, 2017), ABB açısından stratejik bir fırsat alanı yaratmaktadır. Bu demografik potansiyel, yerel yönetimlerin gençlik odaklı politikalar

geliştirmesi ve uzun vadeli sosyal kalkınma hedeflerini gençlerin aktif katılımı üzerine inşa etmesi açısından önem taşımaktadır. Ancak ekonomik belirsizlikler, genç işsizliği ve bütçe kısıtları gibi dışsal faktörler, sürdürülebilir program yönetimini zorlaştıran temel tehditler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, gençlik hizmetlerinin geleceğe yönelik planlamasında finansal istikrarın sağlanması, programların sürekliliği açısından kritik önemdedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, ABB'nin gençlik hizmetleri modeli, yerel yönetimlerin yalnızca hizmet sağlayıcı değil, toplumsal dönüşüm aktörü olarak konumlanabileceğini göstermektedir. Belediyenin sosyal, kültürel ve eğitim temelli faaliyetleri, gençlerin bireysel gelişimlerinin yanı sıra toplumsal aidiyet duygularını da güçlendirmektedir. Bununla birlikte, sürdürülebilirlik, ölçme-değerlendirme ve dijital katılım boyutlarında yapılacak iyileştirmeler, ABB'nin mevcut modelini daha yenilikçi ve etki odaklı bir yapıya dönüştürebilecektir.

Sonuç olarak, ABB örneği, yerel yönetimlerin gençlik hizmetlerinde bütüncül, katılımcı ve yenilikçi yaklaşımlar benimsemelerinin toplumsal refahın artırılmasında belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Bu yönüyle ABB'nin uygulamaları, Türkiye'de yerel düzeyde gençlik politikalarının geliştirilmesine yönelik örnek bir model olarak değerlendirilebilir.

4. SONUÇ

Bu çalışma, yerel yönetimlerin gençlik politikaları ve hizmet sunum modelleri bağlamında Ankara Büyükşehir Belediyesi (ABB) örneğini inceleyerek, gençlik hizmetlerinde bütüncül ve katılımcı bir yönetim modelinin kurumsal yansımalarını ortaya koymuştur. Araştırma bulguları, ABB'nin gençlik hizmetlerini yalnızca sosyal destek veya rekreatif etkinliklerle sınırlı görmeyip, gençlerin kişisel gelişimi, toplumsal katılımı ve gönüllülük bilincini güçlendiren çok boyutlu bir sistem olarak yapılandırıldığını göstermektedir. Bu durum, yerel yönetimlerin toplumsal refahın artırılmasında ve gençlerin kent yaşamına aktif katılımında üstlenebileceği stratejik rolü açık biçimde ortaya koymaktadır.

SWOT analizinden elde edilen sonuçlar, ABB'nin güçlü kurumsal kapasitesi, hizmet çeşitliliği ve paydaş temelli yönetişim yaklaşımı sayesinde gençlik politikalarını sürdürülebilir bir yapıya kavuşturduğunu göstermektedir. Sosyal, kültürel, sportif ve eğitimsel programların bütüncül biçimde tasarlanması, gençlerin farklı ihtiyaç alanlarına eş zamanlı yanıt verilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, gençlerin karar alma süreçlerine dâhil edilmesi ve gönüllülük temelli projelere yönlendirilmesi, demokratik yerel yönetişimin gelişmesine katkıda bulunmuştur. Bu yönüyle ABB'nin modeli, “katılımcı yönetişim” ve “ko-produksiyon” ilkeleriyle uyumlu bir örnek olarak değerlendirilebilir.

Bununla birlikte, araştırma bulguları bazı geliştirme gereksinimlerini de ortaya koymuştur. Öncelikle, gençlik merkezlerinin etki düzeyine ilişkin nicel verilerin yetersizliği, hizmetlerin performans değerlendirmesini güçleştirmektedir. Ayrıca, kırsal bölgelerde hizmet erişiminde görülen dengesizlikler, mekânsal adalet ilkesi açısından yeni stratejiler gerektirmektedir. Dijital dönüşüm ve teknoloji tabanlı gençlik projelerinde gözlemlenen sınırlı uygulama alanı da çağın gerektirdiği yenilikçi hizmet anlayışının tam olarak içselleştirilmediğini göstermektedir. Bu eksikliklerin giderilmesi, ABB'nin mevcut modelinin sürdürülebilirlik ve yenilikçilik boyutlarını güçlendirecektir.

Türkiye'nin genç nüfus yapısı, yerel yönetimler açısından önemli bir fırsat alanı sunmaktadır. ABB'nin deneyimi, yerel düzeyde gençlik hizmetlerinin yalnızca sosyal destek değil, aynı zamanda toplumsal bütünleşme, kültürel üretim ve vatandaşlık bilinci oluşturma işlevlerini de üstlenebileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, gençlerin politika tasarımı ve hizmet üretimi süreçlerine daha etkin biçimde katılımı, uzun vadede demokratik yönetişimin kurumsallaşmasına katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, ABB örneği, yerel yönetimlerin gençlik hizmetlerinde stratejik planlama, katılımcı yönetim ve kaynak çeşitliliğini bir arada kullanarak etkin bir model oluşturabileceğini göstermektedir. Gelecekte, ölçme-değerlendirme sistemlerinin güçlendirilmesi, dijital katılım araçlarının geliştirilmesi ve üniversite-STK iş birliklerinin kurumsallaştırılması, bu modelin hem ulusal ölçekte yaygınlaştırılmasına hem de gençlik politikalarının daha kapsayıcı bir çerçevede yeniden tasarlanmasına katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla, Ankara Büyükşehir Belediyesi'nin gençlik hizmetleri modeli, yerel yönetimlerin gençlerle birlikte geleceği şekillendirebileceği katılımcı, sürdürülebilir ve yenilikçi bir yönetim paradigmasının somut örneğini temsil etmektedir.

REFERENCES

- Ankara Büyükşehir Belediyesi. (2025). *Gençlik hizmetleri*. T.C. Ankara Büyükşehir Belediyesi. Retrieved October 5, 2025, from <https://www.ankara.bel.tr/kadin-ve-aile-hizmetleri/genclik-hizmetleri>
- Baskaran, S., & Mehta, K. (2016). What is innovation anyway? Youth perspectives from resource-constrained environments. *Technovation*, 52–53, 4–17. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.01.005>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Cooper, T. (2012). *Models of youth work: A framework for positive sceptical reflection*. *Youth & Policy*, 1(109), 98–117. <https://ro.ecu.edu.au/ecuworks2012/709>
- Hampson, J., & Howell, T. (2016). Managing managerialism – How the 21st century manager can truly thrive. *Youth & Policy*. Retrieved from <https://www.youthandpolicy.org/articles/managing-managerialism>
- Helms, M. M., & Nixon, J. (2010). Exploring SWOT analysis – where are we now?: A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management*, 3(3), 215–251. <https://doi.org/10.1108/17554251011064837>

- Krippendorff, K. (2019). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4th ed.). SAGE Publications.
- Namugenyi, C., Nimmagadda, S. L., & Reiners, T. (2019). Design of a SWOT analysis model and its evaluation in diverse digital business ecosystem contexts. *Procedia Computer Science*, 159, 1145–1154. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.283>
- Okay, T. (2017). *Gençliğe yönelik politika ve uygulamalarda yerel yönetimlerin rolü. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 85–104. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mjss/article/577916>
- Roth, J. L., & Brooks-Gunn, J. (2015). Evaluating youth development programs: Progress and promise. *Applied Developmental Science*, 19(3), 188–202. <https://doi.org/10.1080/10888691.2015.1113879>

OKUL YÖNETİCİLERİNİN ADALETSİZ YÖNETİM UYGULAMALARININ ÖĞRETMENLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Engin İŞ

Mardin Artuklu University, Faculty of Health Sciences, Dept. of Child Development, Mardin, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-4304-0662

ÖZET

Bu araştırma, ortaokul ve lise düzeyinde görev yapan öğretmenlerin deneyimlerine dayanarak, okul yöneticilerinin adaletsiz yönetim uygulamalarının çok boyutlu etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Nitel araştırma yöntemi ve olgubilim (fenomenoloji) yaklaşımıyla yürütülen çalışmada, öğretmenlerin algıları üzerinden yönetsel kayırmacılığın bireysel, örgütsel ve eğitsel düzeydeki yansımaları sistematik biçimde analiz edilmiştir. Bulgular, okul yöneticilerinin ders dağılımı, nöbet görevlendirmeleri, performans değerlendirmeleri, başarı belgeleri ve iletişim tarzı gibi uygulamalarda taraflı ve adaletsiz kararlar aldığını göstermektedir. Bu durum, öğretmen motivasyonunu azaltmakta, meslektaşlar arası güveni zedelemekte ve okul ikliminde adalet algısını zayıflatmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin davranış ve disiplinleri üzerinde de dolaylı fakat belirgin etkiler ortaya çıkmakta ve okul kültüründe uzun vadeli olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Araştırma, öğretmenlerin kayırmacılığa karşı geliştirdiği bireysel stratejiler (içe kapanma, pasif direnç, görev değişikliği talebi) ve kurumsal çözüm yollarını (şikâyet mekanizmalarını kullanma, sendikal destek arama) ortaya koymuştur. Katılımcılar, etik liderlik, liyakate dayalı yönetici atamaları, şeffaf ve katılımcı karar alma süreçleri ile yönetsel denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi gibi yapısal reformları önermiştir. Ayrıca, öğretmenlerin karar süreçlerine daha fazla dahil edilmesi ve yöneticilerin insan ilişkileri becerilerinin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bulgular, adaletsiz yönetim uygulamalarının yalnızca bireysel değil, tüm okul ekosistemini etkilediğini göstermektedir. Eğitim kurumlarında liyakat, adalet ve şeffaflık ilkelerine dayalı yönetsel bir anlayışın benimsenmesi, okul ikliminin iyileştirilmesi, öğretmen bağlılığının artırılması ve eğitimde sürdürülebilir kalite açısından kritik önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Adaletsiz yönetim, okul yöneticisi, öğretmen algıları, motivasyon, okul iklimi

EFFECTS OF UNFAIR MANAGEMENT PRACTICES OF SCHOOL ADMINISTRATORS ON TEACHERS: TEACHERS' PERCEPTIONS AND PROPOSED SOLUTIONS

ABSTRACT

This study aims to examine the multidimensional effects of unfair management practices of school administrators based on the experiences of teachers working at secondary and high school levels. Conducted using a qualitative research design with a phenomenological approach, the study systematically analyzed how administrative favoritism manifests at individual, organizational, and educational levels from teachers' perspectives. The findings indicate that school administrators make biased and unfair decisions in areas such as class assignment, duty schedules, performance evaluations, award distribution, and communication style. These practices negatively affect teacher motivation, undermine trust among colleagues, and weaken the perception of fairness within the school climate. Moreover, they indirectly but significantly influence student behavior and discipline, leading to long-term adverse effects on school culture. The study also highlights the individual strategies teachers employ to cope with favoritism (e.g., withdrawal, passive resistance, requesting reassignment) and institutional solutions (e.g., utilizing complaint mechanisms, seeking union support). Participants recommended structural reforms such as ethical leadership, merit-based administrator appointments, transparent and participatory decision-making processes, and strengthening managerial oversight mechanisms. Additionally, they emphasized the importance of involving teachers more in decision-making and enhancing administrators' interpersonal skills. The findings demonstrate that unfair management practices affect not only individuals but also the entire school ecosystem. Adopting a management approach grounded in merit, fairness, and transparency is critical for improving school climate, increasing teacher commitment, and ensuring sustainable quality in education.

Keywords: Unfair management, school administrators, teacher perceptions, motivation, school climate

TÜRKİYE’DE ÇOCUKLARIN DİJİTAL TEKNOLOJİYLE ETKİLEŞİMLERİNİN ZAMAN İÇİNDEKİ DEĞİŞİMİ: TÜİK VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Öğr. Gör. Betül KAPKIN İÇEN

İnönü University, Vocational School of Health Services, Department of Child Care and Youth
Services, Child Development Program, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0002-9077-6982

Arş. Gör. Amine Nur ARIKAN

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central
Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0001-6360-2357

Arş. Gör. Mehmet Emin ÇAY

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central
Campus, Malatya

ORCID ID: 0009-0005-3850-4516

Doç. Dr. Osman Tayyar ÇELİK

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central
Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0003-3951-7261

Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central
Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0003-1784-4472

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) 2013, 2021 ve 2024 yıllarında yayımladığı Çocuklarda Bilişim Teknolojileri Kullanımı araştırmalarından elde edilen veriler ışığında, 6–15 yaş arası çocukların dijital teknolojiyle etkileşim biçimlerindeki değişimi incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında bilişim teknolojileri kullanım oranları; kişisel cihaz sahipliği; internet kullanım amaçları ve dijitalleşmeye bağlı zaman kullanımı değişkenleri değerlendirilmiştir. Çalışma, TÜİK’in üç farklı döneme ait resmi verilerinin doküman analizi yöntemiyle karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Bulgular, çocukların dijital araçlara erişiminde belirgin bir artış olduğunu ve teknolojinin günlük yaşama daha erken yaşlarda girdiğini göstermektedir. İnternet kullanımı tüm yaş gruplarında artarken, bilgisayar kullanımında azalma gözlenmiştir. Buna karşılık cep telefonu/ akıllı telefon kullanımı dikkat çekici biçimde yükselmiştir. 2024 yılı araştırmasında ilk kez “sosyal medya kullanımı” ve “dijital oyun oynama” değişkenleri de değerlendirilmiş, bu göstergeler dijital ortamda geçirilen zamanın niteliğinde bir değişime işaret etmiştir. Kişisel cihaz sahipliğinde de benzer bir eğilim görülmektedir. Bilgisayar sahipliği 2013’e göre artmış, ancak 2021’e kıyasla azalmıştır. Cep telefonu sahipliği artmaya devam etmiş, 2024 yılında akıllı saat kullanımında belirgin bir yükseliş kaydedilmiştir. İnternet kullanım amaçları incelendiğinde, öğrenme ve ödev desteği amaçlı kullanımın azaldığı; sosyal medya, video izleme, çevrim içi mesajlaşma ve dijital oyun

etkinliklerinin arttığı görülmüştür. Zaman kullanımı verileri, çocukların dijital ortamlarda geçirdikleri sürenin arttığını; “Daha az ders çalışıyorum” diyen çocukların oranının yaklaşık üçte bir düzeyinde olduğunu, “daha az kitap okuyorum” ve “daha az uyuyorum” gibi ifade oranlarının 2013 yılına göre yükseldiğini göstermektedir. Genel olarak, TÜİK verileri Türkiye’de çocukların dijital teknolojileri kullanım biçimlerinin zaman içinde bilgiye erişim temelli yapıdan sosyal iletişim, eğlence ve dijital katılım odaklı bir yapıya dönüştüğünü ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çocukların erken yaşlardan itibaren dijital okuryazarlık, öz düzenleme becerileriyle desteklenmesinin önemini vurgulamakta; dijitalleşmenin çocuk gelişimi, eğitim ve aile dinamikleri üzerindeki etkilerinin bütüncül bir bakış açısıyla ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Bilişim teknolojileri, çocuk, dijitalleşme, internet kullanımı, TÜİK

THE CHANGE IN CHILDREN’S INTERACTIONS WITH DIGITAL TECHNOLOGY IN TURKEY OVER TIME: A COMPARATIVE ANALYSIS OF TÜİK DATA

ABSTRACT

This study aims to examine the changes in the interaction patterns of children aged 6–15 with digital technology based on the *Use of Information and Communication Technologies by Children* surveys conducted by the Turkish Statistical Institute (TÜİK) in 2013, 2021, and 2024. The research evaluates variables such as the rates of information technology use, personal device ownership, purposes of internet use, and time-use patterns associated with digitalization. The study is based on a comparative document analysis of TÜİK’s official datasets from three different periods. Findings indicate a significant increase in children’s access to digital devices and show that technology has become part of daily life at earlier ages. Internet use has increased across all age groups, while computer use has declined. Conversely, the use of mobile and smart phones has risen markedly. The 2024 survey included, for the first time, variables such as “social media use” and “digital gaming,” highlighting a change in the nature of time spent in digital environments. A similar pattern was observed in personal device ownership. Computer ownership increased compared to 2013 but decreased relative to 2021, while mobile phone ownership continued to rise, and smart watch use showed a remarkable increase in 2024. Analysis of internet usage purposes revealed a decline in learning- and homework-oriented activities, alongside an increase in social media engagement, video watching, online messaging, and digital gaming. Time-use data showed that children spend more time in digital environments; about one-third reported studying less, and the proportions of those who read fewer books or sleep less have risen since 2013. Overall, TÜİK data suggest that children’s use

of digital technologies in Turkey has shifted from an information-oriented structure toward one centered on social interaction, entertainment, and digital participation. These findings emphasize the importance of fostering digital literacy, self-regulation, and digital balance skills from early ages and highlight the need to address the effects of digitalization on child development, education, and family dynamics from a holistic perspective.

Keywords: Information technologies, children, digitalization, internet use, TÜİK

GİRİŞ

Çocukların zihinsel, sosyal ve duygusal gelişimleri üzerinde teknolojik cihazların (TV, telefon, bilgisayar, tablet vb.) etkisi konusundaki görüş giderek daha da yaygınlaşmaktadır (Tüzün, 2002). Günümüz dünyasında teknoloji; çocuklara oynama, keşfetme ve öğrenme için birçok fırsat sunmaktadır (Linebarger & Piotrowski, 2009).

Teknolojinin alanyazında birçok tanımı bulunmakla birlikte TDK (2021) tarafından teknoloji, “Bir sanayi dalı ile ilgili yapım yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aletleri ve bunların kullanım biçimlerini kapsayan uygulama bilgisi, uygulayım bilimi” olarak tanımlanmaktadır. Dijital teknoloji bireylerin bilgiye erişim, iletişim, üretim ve öğrenme süreçlerini kolaylaştıran dijital cihazlar, yazılımlar ve ağ tabanlı uygulamaları kapsamaktadır (Bayne & Ross, 2011). Günümüzde dijital teknolojiler; bilgisayar, akıllı telefon, tablet, internet, dijital oyunlar, çevrim içi eğitim platformları ve sosyal medya gibi çok sayıda bileşeni içermektedir (Selwyn, 2016). Dijital teknolojiler, yalnızca bilgiye ulaşım araçları değil, aynı zamanda bireylerin düşünme biçimlerini, öğrenme süreçlerini ve toplumsal etkileşim modellerini dönüştüren kültürel bir yapıdır (Prensky, 2001; Buckingham, 2013). Çocukluk döneminde dijital teknolojilerle kurulan bu etkileşim, oyun, öğrenme ve sosyalleşme süreçlerinin niteliğini değiştirmekte; dolayısıyla dijital çağın çocukluk deneyimini yeniden tanımlamaktadır (Plowman & McPake, 2013).

Bilgi çağı, teknoloji çağı veya dijital çağ olarak adlandırılan günümüzde teknolojik cihaz ve internet kullanımı, toplumsal yaşamımızda yoğun olarak yer almaktadır (Zehir, Ağgöl Yalçın ve Yalçın, 2019). Bilgi çağında yaşanan teknolojik ilerlemeler küçük yaşlardan itibaren teknolojik aletlerle tanışan çocukların da yaşamında önemli bir noktaya gelmiştir. Bireylerin teknoloji kullanımında yaşanan artışlara uyum sağlayabilmeleri için teknoloji kullanım becerilerini kazanmaları gerekmektedir. Teknolojide yaşanan gelişmelere bağlı olarak çocukların teknolojik aletleri kullanma oranları artmakta, bilgiye ulaşma süreci hızlanmakta ve eğitim öğretim sürecinde de birtakım değişiklikler yaşanmaktadır (Kılınç, 2015). Yaşanan bu değişimler sonucunda 21. yüzyıl becerilerine sahip (yaratıcılık, eleştirel düşünebilme, iletişim, iş birliği, teknoloji okuryazarlığı) çocuklar yetiştirilmesi hedeflenmektedir (Zehir ve diğerleri,

2019). Dijital araçlar, günümüzde çocuklar tarafından oyun oynama, dünyayı keşfetme ve yeni şeyler öğrenme amacıyla da sıklıkla kullanılmaktadır (Goodwin, 2018). Ancak, literatürde dijital teknolojilerin rolü hakkında tartışmalar sürmektedir ve teknolojinin faydalı yönlerinden yararlanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu nedenle çocukların teknolojik araçlarla vakit geçirmesi sırasında karşı karşıya kaldıkları içeriklerin uygunluğu, süresi ve niteliği önemlidir (Christakis ve Garrison, 2009).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2025) raporuna göre, 2024 yılı sonunda Türkiye nüfusunun %25,5'ini çocuklar oluşturmaktadır. Çocuk nüfusunun ülke genelindeki bu yüksek oranı, geleceğin toplumsal ve kültürel yapısını şekillendirecek en önemli unsurun çocuklar olduğunu göstermektedir. Çocukların yaşam koşullarını, gelişimsel özelliklerini ve dijital çağda karşılaştıkları yeni gereksinimleri anlamak; eğitim politikalarının, aile rehberliğinin ve sosyal destek sistemlerinin doğru temeller üzerine inşa edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda TÜİK, çocukların yaşam biçimlerini çok yönlü biçimde ele alan araştırmalar yürütmekte; eğitim, sağlık, bilişim teknolojileri kullanımı ve sosyal yaşam gibi alanlarda düzenli veriler yayımlamaktadır. Bu araştırmaların en kapsamlılarından biri olan Çocuklarda Bilişim Teknolojileri Kullanımı çalışması, çocukların internet, bilgisayar, cep telefonu ve diğer dijital araçlarla etkileşim biçimlerine ilişkin önemli göstergeler sunmaktadır. Bu doğrultuda, mevcut çalışma TÜİK'in 2013, 2021 ve 2024 yıllarına ait verilerini karşılaştırmalı olarak inceleyerek, 6–15 yaş arası çocukların dijital teknolojiyle etkileşim biçimlerinde zaman içerisinde yaşanan değişimi ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışma, farklı dönemlere ait resmi istatistiklerin bir arada değerlendirilmesiyle dijitalleşmenin çocukların yaşamındaki yerini bütüncül biçimde ele almakta ve çocuk gelişimi, eğitim ve sosyal politika alanlarına veri temelli bir katkı sağlamayı hedeflemektedir.

YÖNTEM

Bu araştırma, betimsel tarama modeli kapsamında yürütülmüş olup, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2013, 2021 ve 2024 yıllarında yayımladığı Çocuklarda Bilişim Teknolojileri Kullanımı araştırmalarından elde edilen veriler doküman analizi yöntemiyle incelenmiştir. Doküman analizi, mevcut belgelerden anlamlı verilerin sistematik biçimde toplanması, çözümlenmesi ve yorumlanmasına dayalı nitel bir araştırma yöntemidir (Yıldırım & Şimşek, 2021). Çalışmada, TÜİK tarafından kamuya açık olarak paylaşılan istatistik bültenleri, veri tabloları ve araştırma raporları birincil veri kaynakları olarak kullanılmıştır.

Araştırmanın veri seti, 6–15 yaş arası çocuklara ait “bilişim teknolojileri kullanım oranları”, “kişisel cihaz sahipliği”, “internet kullanım amaçları” ve “zaman kullanımı” başlıklarında

yayımlanan değişkenleri kapsamaktadır. 2013, 2021 ve 2024 yıllarına ait veriler karşılaştırmalı biçimde incelenmiş; veri setleri arasındaki değişim eğilimleri tematik olarak analiz edilmiştir. Her bir yılın verileri, TÜİK'in resmî bültenlerinde yer alan tanımlar ve örneklem yapısı dikkate alınarak ortak göstergeler temelinde eşleştirilmiştir. Verilerin çözümlenmesinde yüzde dağılımlarından yararlanılmış; yıllar arasındaki farklılıklar nicel eğilimler açısından betimlenmiştir. Bulgular, çocukların dijital teknolojilerle etkileşim biçimlerinde yaşanan değişimi, cihaz sahipliği, kullanım amacı ve dijital ortamlarda geçirilen zaman değişkenleri çerçevesinde ortaya koymak amacıyla yorumlanmıştır.

BULGULAR

Tablo 1. Yaş grubuna göre çocukların bilişim teknolojileri kullanım oranları (%)

Gösterge	Yıl	6–15 Yaş	6–10 Yaş	11–15 Yaş
İnternet kullanımı	2013	50,8	36,9	65,1
	2021	82,7	78,1	87,4
	2024	91,3	87,9	94,7
Bilgisayar kullanımı	2013	60,5	48,2	73,1
	2021	55,6	53,4	57,8
	2024	50,3	45,9	54,9
Cep telefonu / akıllı telefon kullanımı	2013	24,3	11,0	37,9
	2021	64,4	53,9	75,0
	2024	76,1	66,3	86,2
Sosyal medya kullanımı	2013	—	—	—
	2021	—	—	—
	2024	66,1	53,5	79,0
Dijital oyun oynama	2013	—	—	—
	2021	—	—	—
	2024	74,0	75,7	72,2

Araştırmadan elde edilen bulgular, çocukların bilişim teknolojileriyle etkileşim biçimlerinde son on yılda belirgin değişimler yaşandığını göstermektedir. TÜİK verilerine göre 6–15 yaş grubunda internet kullanım oranı 2013 yılında %50,8 iken, 2021’de %82,7’ye ve 2024’te %91,3’e yükselmiştir. İnternet kullanımındaki bu artış, çocukların dijital teknolojilere erişim olanaklarının ve çevrim içi etkileşim düzeylerinin hızla arttığını ortaya koymaktadır. Buna karşın bilgisayar kullanım oranı 2013’te %60,5 iken 2024 yılında %50,3’e düşmüştür. Bu durum, çocukların bilgiye erişim ve iletişim aracı olarak bilgisayardan ziyade taşınabilir cihazlara yöneldiğini göstermektedir. Nitekim cep telefonu / akıllı telefon kullanım oranı 2013’te %24,3 iken 2024’te %76,1’e ulaşmıştır. 2024 yılı araştırmasında ilk kez değerlendirilen “sosyal medya kullanımı” (%66,1) ve “dijital oyun oynama” (%74,0) göstergeleri, çocukların dijital ortamları sosyalleşme ve eğlence amaçlı olarak daha yoğun biçimde kullandıklarını göstermektedir.

Tablo 2. Yaş grubuna göre çocukların sadece kendi kullanımında olan bilişim teknolojileri ürünlerinin oranı (%)

Ürün Türü	Yıl	6–15 Yaş	6–10 Yaş	11–15 Yaş
Bilgisayar (masaüstü, dizüstü, tablet)	2013	24,4	19,6	29,4
	2021	46,3	45,5	47,1
	2024	35,7	34,0	37,4
Cep telefon/ akıllı telefon	2013	13,1	2,5	24,0
	2021	39,0	22,8	55,5
	2024	43,9	23,7	64,7
Oyun konsolu	2013	2,9	2,6	3,2
	2021	3,6	2,8	4,3
	2024	4,6	4,2	5,1
Akıllı saat	2013	–	–	–
	2021	3,9	3,7	4,1
	2024	14,3	13,6	15,0
En az bir bilişim teknolojileri ürünü	2013	31,7	21,5	42,0
	2021	66,6	59,2	74,2
	2024	63,8	52,2	75,8

Kişisel cihaz sahipliği verileri incelendiğinde, 6–15 yaş grubundaki çocukların yalnızca kendilerine ait bilişim teknolojisi ürünlerine sahip olma oranının 2013'te %31,7'den 2021'de %66,6'ya yükseldiği, ancak 2024'te %63,8'e hafif bir düşüş gösterdiği görülmüştür. Bilgisayar sahipliği 2013'te %24,4 iken 2024'te %35,7 düzeyinde kalmış; cep telefonu/akıllı telefon sahipliği aynı dönemde %13,1'den %43,9'a yükselmiştir. 2024 yılı verilerinde %14,3'e ulaşan akıllı saat sahipliği dikkat çekici bir artış göstermiştir. Ayrıca, 2013 yılında %2,9 olan oyun konsolu sahipliği oranının 2024 yılında %4,6'ya yükselmesi, çocukların taşınabilir ve eğlence odaklı dijital teknolojilere yöneliminde belirgin bir artış yaşandığını ortaya koymaktadır. 2024 yılı verilerinde kişisel cihaz sahipliğinde gözlenen hafif düşüşün, bireysel mülkiyetteki azalmaya karşın ev içi cihaz erişiminin artmasıyla birlikte değerlendirildiğinde, çocukların dijital araçlara erişim biçimlerinde paylaşım veya ortak kullanım eğiliminin güçlendiğine işaret ettiği söylenebilir. Bu durumun ayrıca sosyo-ekonomik koşulların etkisiyle ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir.

Tablo 3. Düzenli İnternet Kullanan Çocukların İnternet Kullanım Amaçları (%)

Kullanım Amacı	Yıl	6–15 Yaş	6–10 Yaş	11–15 Yaş
Ödev, öğrenme veya çevrim içi derslere katılma	2021	83,6	79,3	87,4
	2024	75,0	66,5	83,1
Sosyal medya	2021	31,3	9,5	51,0
	2024	72,6	60,6	83,8
E-posta gönderme / alma	2021	16,5	5,1	26,7
	2024	13,2	2,7	23,1
Mesajlaşma	2021	55,1	35,2	73,1
	2024	65,2	49,2	80,3
Oyun oynama veya oyun indirme	2021	66,1	66,3	66,0
	2024	72,7	74,9	70,6
Müzik dinleme veya indirme	2021	51,1	37,7	63,1
	2024	68,1	54,1	81,2
İnternette video izleme (TV/video)	2021	19,7	13,4	25,3
	2024	83,9	80,5	87,1
Mal veya hizmet hakkında bilgi arama	2021	18,5	7,9	28,1
	2024	45,6	31,4	59,0
İnternette alışveriş yapma	2021	9,1	1,3	16,2
	2024	14,7		

İnternet kullanım amaçlarına ilişkin veriler, çocukların dijital etkinlik tercihlerinde son yıllarda belirgin bir çeşitlenme ve yönelim değişimi yaşandığını ortaya koymaktadır. 2021 yılında çocukların büyük çoğunluğu interneti ödev, öğrenme veya çevrim içi derslere katılma amacıyla kullanırken (%83,6), 2024 yılında bu oranın %75'e gerilemesi, dijital araçların eğitim odaklı kullanımının bir miktar zayıfladığını göstermektedir. Buna karşılık sosyal medya kullanımı %31,3'ten %72,6'ya, çevrim içi mesajlaşma oranı %55,1'den %65,2'ye, video izleme oranı %19,7'den %83,9'a yükselmiştir. Bu bulgular, çocukların interneti giderek daha fazla sosyal etkileşim ve eğlence amaçlı kullandıklarını göstermektedir. Oyun oynama veya oyun indirme etkinlikleri 2021'de %66,1 iken 2024'te %72,7'ye çıkmıştır; bu artış, çevrim içi oyunların çocukların günlük dijital rutinlerinin önemli bir parçası haline geldiğini göstermektedir. Benzer biçimde, müzik dinleme veya indirme oranlarındaki yükseliş, çocukların dijital platformları bireysel eğlence ve duygusal rahatlama alanı olarak kullandıklarını düşündürmektedir. “E-posta gönderme/alma” kullanım oranlarında ise görece düşük düzeyli bir artış gözlenmiş; bu durum, bu yaş grubundaki çocukların resmi veya yazılı iletişim araçlarından çok anlık mesajlaşma ve sosyal medya etkileşimlerini tercih ettiklerine işaret etmektedir. 2024 yılı verilerinde dikkat çeken bir diğer nokta, çocukların “mal veya hizmet hakkında bilgi arama” ve “çevrim içi alışveriş yapma” gibi tüketici davranışlarına yönelik etkinliklere katılımının önceki döneme

göre artmış olmasıdır. Bu durum, çocukların yalnızca bilgi tüketicisi değil, dijital ekonomiyle etkileşim kuran aktif kullanıcılar haline geldiklerini göstermektedir.

Çalışmada 2013 yılı verileri kapsam dışında bırakılmıştır. Bunun temel nedeni, 2021 ve 2024 yıllarında gerçekleştirilen TÜİK “Çocuklarda Bilişim Teknolojileri Kullanımı” araştırmalarında ölçüm yapısının ve değişken tanımlarının 2013 yılına göre önemli ölçüde yenilenmiş olmasıdır. 2013 araştırmasında yalnızca “bilgi arama”, “ödev yapma” ve “oyun oynama” gibi sınırlı etkinlikler yer alırken, sonraki dönemlerde “sosyal medya kullanımı”, “video izleme”, “mesajlaşma” ve “çevrim içi alışveriş” gibi dijital çağın yeni davranış biçimlerini yansıtan göstergeler eklenmiştir. Bu nedenle, 2013 yılı verilerinin güncel değişkenlerle doğrudan karşılaştırılması metodolojik açıdan uygun görülmemiştir. Dolayısıyla analiz, yalnızca 2021 ve 2024 yılı verilerini kapsamakta ve iki dönem arasındaki değişim üzerine odaklanmaktadır.

Tablo 4. İnternet kullanımı nedeniyle değişen zaman kullanımı (%)

Durum	Yıl	6–15 Yaş	6–10 Yaş	11–15 Yaş
Daha az ders çalışıyorum	2013	30,5	25,2	33,6
	2021	33,5	31,4	35,6
	2024	33,3	28,0	38,7
Ailemle daha az vakit geçiriyorum	2013	25,9	23,3	27,4
	2021	27,7	24,8	30,6
	2024	25,5	22,4	28,7
Daha az kitap okuyorum	2013	30,1	25,3	32,8
	2021	35,9	32,9	38,9
	2024	34,4	30,2	38,7
Daha az uyuyorum	2013	10,8	10,0	11,2
	2021	17,2	14,9	19,5
	2024	17,2	13,2	21,4
Arkadaşlarımla yüz yüze daha az görüşüp, daha az oyun oynuyorum	2013	19,7	18,9	20,1
	2021	25,4	23,5	27,3
	2024	18,6	19,0	18,1

TÜİK verilerine göre internet kullanımı, çocukların zaman yönetiminde önemli değişimlere yol açmıştır. “Daha az ders çalışıyorum” diyenlerin oranı 2013’te %30,5’ten 2024’te %33,3’e yükselmiş, özellikle 11–15 yaş grubunda bu artış belirgin olmuştur. “Ailemle daha az vakit geçiriyorum” ifadesine katılım oranı yıllar içinde büyük ölçüde sabit kalmış olsa da, ergen yaş grubunda yükseliş dikkat çekmektedir. “Daha az kitap okuyorum” diyenlerin oranı %30,1’den %34,4’e çıkarak dijital içeriklerin geleneksel okuma alışkanlıklarının yerini aldığını göstermiştir. “Daha az uyuyorum” diyen çocukların oranı 2013’te %10,8 iken 2024’te %17,2’ye ulaşmış, bu durum ekran süresinin uyku düzenini etkilediğini düşündürmektedir. “Arkadaşlarımla yüz yüze daha az görüşüp oyun oynuyorum” diyenlerin oranı 2021’de %25,4’e

yükselmiş ancak 2024'te %18,6'ya gerilemiştir. Bu da pandemi sonrası çocukların yeniden yüz yüze sosyal etkileşimlere yöneldiğini göstermektedir.

Bu durum, dijital teknolojilerin çocukların bilişsel ve sosyal rutinlerinde güçlü bir yer edindiğini, zaman yönetimi ve yaşam alışkanlıklarını yeniden şekillendirdiğini ortaya koymaktadır. 2013 yılı verilerinde 'spor yapma', 'televizyon izleme' ve 'sosyal aktivitelere katılım' gibi göstergeler yer alsa da, bu değişkenler sonraki dönemlerde ölçülmediği için karşılaştırmaya dahil edilmemiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

TÜİK'in 2013, 2021 ve 2024 yıllarına ait "Çocuklarda Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması" verilerinin karşılaştırmalı analizi, çocukların dijital teknolojiyle etkileşim biçimlerinde son on yılda belirgin bir dönüşüm yaşandığını ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, bilişim teknolojilerinin çocukların yaşamında temel bir yer edindiğini; kullanım oranlarının artış göstermesinin yanı sıra kullanım amaçlarının da eğlence ve sosyalleşme yönünde çeşitlendiğini göstermektedir. Özellikle cep telefonu ve akıllı saat gibi taşınabilir teknolojilere yönelik sahipliğin artması, dijitalleşmenin çocukların gündelik yaşamlarına daha bireysel ve sürekli biçimde entegre olduğunu düşündürmektedir.

2021–2024 döneminde internet kullanım oranlarındaki artışa rağmen, çevrim içi öğrenme veya ödev yapma gibi bilişsel etkinliklerde azalma; buna karşılık sosyal medya, video izleme ve oyun oynama gibi eğlence odaklı faaliyetlerde artış gözlenmiştir. Bu durum, dijital teknolojilerin bilgiye erişim aracı olmaktan çıkıp sosyalleşme ve eğlence merkezli bir yapıya evrildiğini göstermektedir. Ayrıca internet kullanımı nedeniyle çocukların ders çalışma, kitap okuma, aileyle vakit geçirme ve uyku sürelerinde azalma bildirmeleri, dijitalleşmenin zaman yönetimi ve yaşam dengesi üzerindeki etkilerine işaret etmektedir.

Elde edilen bulgular ışığında, çocukların dijital teknolojilerle sağlıklı bir ilişki kurabilmeleri için dijital farkındalık ve öz düzenleme becerilerini geliştirmeye yönelik eğitim programlarının okul öncesi dönemden itibaren yaygınlaştırılması önerilmektedir. Ailelerin dijital ebeveynlik konusunda bilinçlendirilmesi, çocukların ekran sürelerinin içerik temelli olarak izlenmesi ve okullarda dijital vatandaşlık, çevrim içi güvenlik ve medya okuryazarlığı eğitimlerinin yapılandırılması önem taşımaktadır. Ayrıca TÜİK'in gelecekteki araştırmalarında, çocukların dijital kullanım alışkanlıklarını daha derinlemesine analiz edebilmek için çevrim içi zaman yönetimi, dijital iyi oluş ve içerik tercihleri gibi yeni göstergelere yer verilmesi önerilmektedir. Sonuç olarak, dijital teknolojiler çocukların gelişiminde hem fırsatlar hem de riskler barındırmaktadır. Bu nedenle eğitim politikalarının, aile rehberliğinin ve sosyal destek

mekanizmalarının dijital çağın gereksinimlerine uygun biçimde güncellenmesi, çocukların dijital dünyada sağlıklı, üretken ve dengeli bireyler olarak yetiştirilmeleri açısından kritik bir gerekliliktir.

KAYNAKÇA

- Bayne, S., & Ross, J. (2011). Digital native, digital immigrant: Debate or divide? In R. Land & S. Bayne (Eds.), *Digital differences* (pp. 159–169). Routledge.
- Buckingham, D. (2013). Making sense of the digital generation: Growing up with digital media. *Digital Literacies Journal*, 2(1), 1–12.
- Christakis, D. A., & Garrison, M. M. (2009). Preschool-aged children's television viewing in child care settings. *Pediatrics*, 124(6), 1627–1632.
- Goodwin, K. (2018). *Dijital dünyada çocuk büyütmek* (T. Er, Çev.). Aganta Yayınları.
- Kılınç, S. (2015). *Okul öncesi çağındaki çocukların teknoloji kullanımı hakkında ebeveyn görüşlerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Dumlupınar Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi. (Tez No. 395056)
- Linebarger, D. L., & Piotrowski, J. T. (2009). TV as storyteller: How exposure to television narratives impacts at-risk preschoolers' story knowledge and narrative skills. *British Journal of Developmental Psychology*, 27(1), 47–69.
- Plowman, L., & McPake, J. (2013). Seven myths about young children and technology. *Childhood Education*, 89(1), 27–33.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1–6.
- Selwyn, N. (2016). *Education and technology: Key issues and debates* (2nd ed.). Bloomsbury Academic.
- Tüzün, Ü. (2002). Gelişen iletişim araçlarının çocuk ve gençlerin etkileşimi üzerine etkisi. *Düşünen Adam: The Journal of Psychiatry and Neurological Sciences*, 15(1), 46–50.
- TÜİK. (2013). *Çocuklarda Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması, 2013*. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr>
- TÜİK. (2021). *Çocuklarda Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması, 2021*. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr>
- TÜİK. (2024). *Çocuklarda Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması, 2024*. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Zehir, H., Zehir, K., Ağgöl Yalçın, F., & Yalçın, M. (2019). Okul öncesi dönemde çocukların teknolojik araç kullanımı ve ailelerin bu araçların kullanımını sınırlandırmada kullandığı stratejiler. *Current Research in Education*, 5(2), 88–103.

ETKİNLİK TEMELLİ DEĞERLER EĞİTİMİ PROGRAMININ 5-6 YAŞ ÇOCUKLARIN SOSYAL BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**Dr. Öğr. Üyesi Zekeriya Çalışkan**

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central Campus, Malatya, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0001-9033-1716**Öğr. Gör. Betül KAPKIN İÇEN**

İnönü University, Vocational School of Health Services, Department of Child Care and Youth Services, Child Development Program, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0002-9077-6982**ÖZET**

Bu araştırma, Etkinlik Temelli Değerler Eğitimi Programı'nın (ETDEP) okul öncesi eğitim kurumuna devam eden 5–6 yaş çocuklarının sosyal becerileri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu, Malatya İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı bir anaokulunda öğrenim gören 20'si deney, 20'si kontrol grubunda olmak üzere toplam 40 çocuk oluşturmuştur. Araştırmada ön test–son test–kalıcılık testi kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubundaki çocuklara araştırmacı tarafından geliştirilen Etkinlik Temelli Değerler Eğitimi Programı haftada üç gün, toplam 30 oturum süresince uygulanmış; kontrol grubundaki çocuklar ise günlük eğitim akışıyla devam etmiştir. Veriler “Genel Bilgi Formu” ve “Sosyal Becerileri Değerlendirme Ölçeği 4–6 Yaş (SBDÖ)” ile toplanmış, analizler SPSS 22 programında gerçekleştirilmiştir. Bulgular, deney grubundaki çocukların sosyal beceri düzeylerinde son test lehine anlamlı bir artış olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Deney ve kontrol gruplarının son test puanları arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmiştir. Ölçeğin alt boyutlarından “Kızgınlık Davranışlarını Kontrol Etme ve Değişikliklere Uyum Sağlama Becerileri” dışında diğer tüm alt boyutlarda anlamlı gelişim saptanmıştır. Kalıcılık testi sonuçları, elde edilen kazanımların devam ettiğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, Etkinlik Temelli Değerler Eğitimi Programı'nın okul öncesi dönemdeki çocukların sosyal becerilerini geliştirmede etkili ve kalıcı bir eğitim yaklaşımı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Değer, değerler eğitimi, etkinlik temelli değerler eğitim programı, okul öncesi eğitim, sosyal beceri

THE EFFECT OF THE ACTIVITY-BASED VALUES EDUCATION PROGRAM ON THE SOCIAL SKILLS OF 5–6 YEAR OLD CHILDREN**ABSTRACT**

This study aimed to examine the effect of the Activity-Based Values Education Program (ABVEP) on the social skills of 5–6-year-old children attending preschool education institutions. The study group consisted of 40 children, including 20 in the experimental group

and 20 in the control group, who were enrolled in a public preschool affiliated with the Malatya Provincial Directorate of National Education. A pretest–posttest–retention test control group experimental design was employed in the study. The experimental group received the Activity-Based Values Education Program, developed by the researcher, three days a week for a total of 30 sessions, while the control group continued with the regular daily education program. Data were collected through the “General Information Form” and the “Social Skills Evaluation Scale for 4–6-Year-Olds (SSES)” and analyzed using SPSS 22 software. The findings indicated a significant increase in the posttest scores of the experimental group compared to the pretest scores ($p < 0.05$). A statistically significant difference was also found between the posttest scores of the experimental and control groups. Except for the sub-dimension of “Controlling Anger Behaviors and Adapting to Changes,” significant improvements were observed in all other sub-dimensions. The retention test results showed that the gains achieved through the program were maintained over time. In conclusion, it was determined that the Activity-Based Values Education Program is an effective and lasting educational approach for improving the social skills of preschool children.

Keywords: Value, values education, activity-based values education program, preschool education, social skills

ÇARPIMSAL KUATERNİYONİK EĞRİLER

Doç. Dr. Zehra ÖZDEMİR

Amasya University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics, 05189 Amasya

ORCID ID: 0000-0001-9750-507X

ÖZET

Bu çalışmada, kuaterniyon yapıları kullanılarak Newtonyen olmayan bir uzayda uzay eğrilerinin oluşturulması, çarpımsal geometri (multiplicative geometry) çerçevesinde incelenmiştir. Çarpımsal geometri, klasik diferansiyel geometrinin temel işlemleri olan türev ve integrali çarpımsal hesap (multiplicative calculus) üzerinden yeniden tanımlayarak genişletilmiş bir kuramsal yapı sunar. Bu yaklaşım, doğrusal olmayan, üstel veya oranlı değişimlerin hâkim olduğu sistemlerin matematiksel olarak modellenmesinde etkili bir araç sağlamaktadır.

Bu kuramsal temelden hareketle, çalışmada çarpımsal kuaterniyon çarpımı kullanılarak geniş bir rasyonel uzay eğrisi ailesi üretilmiş ve bu eğrilerin Newtonyen olmayan ortamda geometrik evrimi tanımlanmıştır. Ayrıca, bir uzay eğrisinin eğrilik ve burulma büyüklüklerinin, eğriye karşılık gelen kuaterniyon yardımıyla doğrudan hesaplanabileceği gösterilmiştir. Önerilen kuaterniyon formülasyonu, uzaydaki dönme ve ölçekleme etkilerini aynı anda kapsayarak klasik vektörel yaklaşımlara göre daha bütüncül bir geometrik yorum olanağı sunmaktadır.

Yöntemin etkinliği ve esnekliği çeşitli örneklerle gösterilmiş, bu örnekler matematiksel yazılımlar aracılığıyla görselleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, çarpımsal ve Newtonyen olmayan geometrilerde kuaterniyon temelli modellemenin cebirsel ve geometrik yapılar arasında güçlü bir köprü kurduğunu göstermektedir. Bu çerçeve, uzay eğrileri teorisini zenginleştirmenin yanı sıra, doğrusal olmayan fiziksel sistemlerin, kinematik modellerin ve bilgisayar grafiklerinin incelenmesinde de yeni olanaklar sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kuaterniyonlar; Newtonyen olmayan geometri; Çarpımsal geometri; Rasyonel uzay eğrileri; Eğrilik ve burulma; Kuaterniyonik modelleme; Kinematik uygulamalar; Geometrik görselleştirme.

MULTIPLICATIVE QUATERNIONIC CURVES

ABSTRACT

In this study, we explore the construction of space curves in a non-Newtonian space using quaternionic structures within the framework of multiplicative geometry. Multiplicative geometry generalizes classical differential geometry by redefining fundamental operations such

as differentiation and integration through multiplicative calculus. This approach provides an effective mathematical foundation for describing phenomena that exhibit non-additive or exponential behavior. Building upon this foundation, we employ the multiplicative quaternion product to generate a wide variety of rational space curves and to describe their geometric evolution in non-Newtonian settings.

We further show that the curvature and torsion of a space curve can be derived directly from its associated quaternion, offering a compact and unified representation of its intrinsic geometry. The proposed quaternionic formulation captures both the rotational and scaling behaviors of spatial motion, allowing for a more comprehensive geometric interpretation compared to classical vector-based methods. Several illustrative examples are presented to demonstrate the efficiency and versatility of this approach. These examples are visualized using mathematical software to highlight the influence of quaternionic parameters on curve morphology.

Our results indicate that quaternion-based modeling in multiplicative and non-Newtonian geometries provides a powerful analytical tool that bridges algebraic and geometric structures. This framework not only enriches the theory of space curves but also offers promising applications in mathematical physics, kinematics, and computer graphics, where non-linear or multiplicative behaviors naturally arise.

Keywords: Quaternions; Non-Newtonian geometry; Multiplicative geometry; Rational space curves; Curvature and torsion; Quaternionic modeling; Kinematic applications; Geometric visualization.

1. INTRODUCTION

Quaternions, first introduced by Sir William Rowan Hamilton in 1843 as an extension of complex numbers, constitute a noncommutative algebra over the real numbers. A distinctive feature of unit quaternions is their ability to represent rotations in three-dimensional space, making them a natural tool for analyzing spatial transformations. Due to their efficiency and numerical stability, quaternions are widely used in applications ranging from computer graphics and animation to computer vision and aerospace engineering (Shoemake 1991; Besl and McKay 1992; Faugeras and Hebert 1986; Horn 1987; Kuipers 1999; Schwartz and Sharir 1987).

In the context of space curves, a vector-valued function $q(t)$ can be interpreted as either a quaternion function or as a parametric curve in three-dimensional space. Quaternion multiplication allows the combination of two such curves to produce new curves whose rotational characteristics are directly controlled by the underlying quaternions. By adjusting the original curves, one can manipulate the shape, orientation, and rotational properties of the

resulting quaternion-based curve, enabling the generation of a wide variety of geometrically complex structures.

A vector-valued function in a single variable $q(t) = (q_0, q_1, q_2, q_3)$ can be viewed as a quaternion function or a space curve $q(t) = (q_1, q_2, q_3)/q_0$; and similarly, a vector-valued function in two variables $q(s, t)$ can be viewed as a quaternion function or a surface in affine 3-space. Taking advantages of this and the fact that quaternions represent space rotations, we generate rational curves by the quaternion multiplications of two rational space curves. For space curves, the primary geometric descriptors are curvature and torsion, which govern the local shape and bending behavior of the curve. By associating a quaternion with a space curve such that its rotation matrix columns coincide with the moving Frenet-Serret frame of the curve, one can compute these properties directly from the quaternion.

Let $q(t)$ be the quaternion corresponding to a given space curve. Quaternion multiplication allows the generation of new curves from two rational space curves, effectively combining their rotations. The rotation of a base curve induces a corresponding rotation in the quaternion curve, enabling flexible manipulation of geometric features. In this work, we investigate the multiplicative rotation curves via extending the paper (Hoffman and Wang 2024) with multiplicative geometry.

2. PRELIMINARIES

In Aslan et al. (2023), the authors present the fundamental structure of the geometric space together with the related quaternion algebra. In this section, we briefly outline the essential concepts and definitions utilized in their study. A geometric real number is defined as follows:

$$R(G) = \{exp(x): x \in R\}.$$

The fundamental geometric operations are defined below:

$$\begin{aligned} e^x \oplus e^y &= e^{x+y}, & e^x \ominus e^y &= e^{x-y}, \\ e^x \odot e^y &= e^{xy}, & e^x \oslash e^y &= e^{x/y}, \\ \sqrt[n]{e^x} &= e^{\sqrt[n]{x}}, \end{aligned}$$

where $e^x, e^y \in R(G)$. The geometric trigonometric functions are defined as follows:

$$\begin{aligned} \cos_G \theta &= e^{\cos \theta}, \\ \sin_G \theta &= e^{\sin \theta}. \end{aligned}$$

The multiplicative derivative is defined as follows:

$$f^*(x) = e^{f'(x)/f(x)},$$

where $f'(x)$ represents the classical derivative. The geometric three-dimensional space is

defined as follows:

$$R^3(G) = \{(e^{x_1}, e^{x_2}, e^{x_3}) : x_1, x_2, x_3 \in R\} \subset R^3,$$

with standard basis vectors

$$\hat{e}_1 = (e, 1, 1), \quad \hat{e}_2 = (1, e, 1), \quad \hat{e}_3 = (1, 1, e),$$

and the origin

$$\overset{\wedge}{0} = (1, 1, 1).$$

The set of multiplicative quaternions is defined as follows:

$$H(G) = \{q_G = (e^a, e^b, e^c, e^d) : a, b, c, d \in R\} \subset R^4(G).$$

A multiplicative quaternion can be represented as follows:

$$q_G = (e^a \odot \hat{e}) \oplus (e^b \odot \hat{i}) \oplus (e^c \odot \hat{j}) \oplus (e^d \odot \hat{k}),$$

where

$$\hat{e} = (e, 1, 1, 1),$$

$$\hat{i} = (1, e, 1, 1),$$

$$\hat{j} = (1, 1, e, 1),$$

$$\hat{k} = (1, 1, 1, e),$$

and the multiplication rules satisfy

$$\hat{i} \odot \hat{j} = \hat{k},$$

$$\hat{j} \odot \hat{k} = \hat{i},$$

$$\hat{k} \odot \hat{i} = \hat{j},$$

with

$$(\hat{i})^2 = (\hat{j})^2 = (\hat{k})^2 = e^{-1}.$$

The geometric scalar and vector products in $R^3(G)$ are defined as follows:

$$\langle u, v \rangle_G = e^{u_1 v_1 + u_2 v_2 + u_3 v_3},$$

$$u \times_G v = (e^{u_2 v_3 - u_3 v_2}, e^{u_3 v_1 - u_1 v_3}, e^{u_1 v_2 - u_2 v_1}),$$

where $u = (e^{u_1}, e^{u_2}, e^{u_3})$ and $v = (e^{v_1}, e^{v_2}, e^{v_3}) \in R^3(G)$.

Definition 2.1. Let

$$q_e = (e^{x_0} \odot \hat{e}) \oplus (e^{x_1} \odot \hat{i}) \oplus (e^{x_2} \odot \hat{j}) \oplus (e^{x_3} \odot \hat{k})$$

be a unit multiplicative quaternion and let $\hat{v}$ be a pure quaternion. Then the matrix of the associated linear mapping Φ is given by

$$M = \begin{bmatrix} e^{x_0^2+x_1^2-x_2^2-x_3^2} & e^{-2x_0x_3+2x_1x_2} & e^{2x_0x_2+2x_1x_3} \\ e^{2x_0x_3+2x_1x_2} & e^{x_0^2+x_2^2-x_1^2-x_3^2} & e^{-2x_0x_1+2x_2x_3} \\ e^{-2x_0x_2+2x_1x_3} & e^{2x_0x_1+2x_2x_3} & e^{x_0^2+x_3^2-x_1^2-x_2^2} \end{bmatrix},$$

where $M^T M = I$ and $\Phi(v) = Mv$.

For a multiplicative quaternion

$$q_G = (e^a \odot e) \oplus (e^b \odot i) \oplus (e^c \odot j) \oplus (e^d \odot k),$$

The conjugate, norm, modulus, and inverse are defined as follows:

$$q_G^{-G} = (e^a) \theta(e^b \odot i) \theta(e^c \odot j) \theta(e^d \odot k),$$

$$N_G(q_G) = e^{a^2+b^2+c^2+d^2},$$

$$|q_G| = e^{\sqrt{a^2+b^2+c^2+d^2}},$$

$$q_G^{-1G} = q_G^{-G} \oslash N_G(q_G).$$

A quaternion q_G is a unit quaternion if $|q_G| = e$.

3. MULTIPLICATIVE QUATERNION CURVES

Theorem 3.1. Let v_{q_G} be a multiplicative unit pure quaternion and related q_G is written by

$$q_G = \cos(\theta/2) \oplus \sin(\theta/2) \odot v_{q_G}.$$

Then q_G is a unit quaternion and the map $\sum_{i=0}^3 q_{G_i} \odot q_{G_i} = e$ rotates points and vectors in R^3 by angle θ around the line in the direction of v_{q_G} .

If $q_G = (e^{q_0}, e^{q_1}, e^{q_2}, e^{q_3})$ with $\sum_{i=0}^3 q_{G_i} \odot q_{G_i} = e$ and $x_G = e^x$ is a pure quaternion, then

$$q_G x_G q_G^* = \begin{bmatrix} e & 1 \\ 1 & R_{3 \times 3}(q_G) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ x_G \end{bmatrix},$$

where $R_{3 \times 3}(q_G)$ is the rotation matrix

$$R_{3 \times 3}(q_G) = \begin{bmatrix} e^{q_0^2+q_1^2-q_2^2-q_3^2} & e^{2(q_1q_2-q_3q_0)} & e^{2(q_1q_3+q_2q_0)} \\ e^{2(q_1q_2+q_3q_0)} & e^{q_0^2-q_1^2+q_2^2-q_3^2} & e^{2(q_2q_3-q_1q_0)} \\ e^{2(q_1q_3-q_2q_0)} & e^{2(q_2q_3+q_1q_0)} & e^{q_0^2-q_1^2-q_2^2+q_3^2} \end{bmatrix}.$$

Remark 3.2. Any orthonormal matrix $M_G = (M_{ij}) \in SO_G(3)$ is a rotation matrix representing some unit quaternion $q_G = (e^{q_0}, e^{q_1}, e^{q_2}, e^{q_3})$ where

$$e^{q_0} = e^{\sqrt{\frac{\text{Trace}(M)+1}{4}}}, \quad e^{q_1} = e^{\frac{M_{32}-M_{23}}{4q_0}}, \quad e^{q_2} = e^{\frac{M_{13}-M_{31}}{4q_0}}, \quad e^{q_3} = e^{\frac{M_{21}-M_{12}}{4q_0}}.$$

Example 3.3. Let us take a multiplicative orthogonal matrix

$$R_{3 \times 3}(q) = \begin{bmatrix} e^{-\sin t \frac{1}{\sqrt{2}}} & e^{-\cos t} & e^{\sin t \frac{1}{\sqrt{2}}} \\ e^{\cos t \frac{1}{\sqrt{2}}} & e^{-\sin t} & e^{-\cos t \frac{1}{\sqrt{2}}} \\ e^{\frac{1}{\sqrt{2}}} & 1 & e^{\frac{1}{\sqrt{2}}} \end{bmatrix}$$

Then the related quaternion is calculated as

$$e^{q_0} = e^{\frac{1}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{(1+\sqrt{2})(1-\sin t)}{2}}}, \quad e^{q_1} = e^{\frac{\cos t}{4\sqrt{2}q_0}}, \quad e^{q_2} = e^{\frac{\sin t - 1}{4\sqrt{2}q_0}}, \quad e^{q_3} = e^{\frac{\cos t + \sqrt{2} \cos t}{4\sqrt{2}q_0}}.$$

3.1. Multiplicative Curves by Quaternions

Consider two multiplicative rational space curves in multiplicative projective coordinates

(director $e^{d(t)}$ and radius $e^{r(t)}$):

$$e^{d(t)} = (e^{d_0(t)}, e^{d_1(t)}, e^{d_2(t)}, e^{d_3(t)}) = (e^{d_0}, e^d), \quad e^{r(t)} = (e^{r_0(t)}, e^{r_1(t)}, e^{r_2(t)}, e^{r_3(t)}) \\ = (e^{r_0}, e^r),$$

where $e^{d_i}, e^{r_i} \in R_G[t]$, $\max\{\deg e^{d_i}\} = e^m$, $\max\{\deg e^{r_i}\} = e^n$, and $\gcd(e^{d_0}, \dots, e^{d_3}) = \gcd(e^{r_0}, \dots, e^{r_3}) = e$.

Proposition 3.1.1. The multiplicative quaternionic curve

$$e^{x(t)} = (e^{x_0(t)}, e^{x_1(t)}, e^{x_2(t)}, e^{x_3(t)}) = e^{d(t)} \odot e^{r(t)} \odot e^{d(t)^*}$$

is the homogeneous form of a rational curve in affine R_G^3 generated by rotating the radius $e^{r(t)} \odot e^{r_0(t)}$ about the director $e^{d(t)} \odot e^{d_0(t)}$. The quaternion curve $e^{x(t)}$ has matrix representation

$$e^{x(t)} = R_d(t) \odot e^{r(t)},$$

where R_d is the rotation matrix representing $d = (e^{d_0}, e^{d_1}, e^{d_2}, e^{d_3})$.

Example 3.1.2. Let

$$e^{d(t)} = (e^{t^2+1}, 1, e^{t^2-1}, e^{2t}), \quad e^{r(t)} = (e, e^t, e, 1).$$

Then

$$e^{x(t)} = e^{d(t)} \odot e^{r(t)} \odot e^{d(t)^*} = R_d(t) \odot e^{r(t)} = \begin{bmatrix} e^{2(t^2+1)^2} \\ e^{-4t(t^2+1)} \\ e^{6t^4+2} \\ e^{-2t(t^2-1)^2} \end{bmatrix},$$

which after dehomogenization gives the multiplicative space curve illustrated in Figure F1.

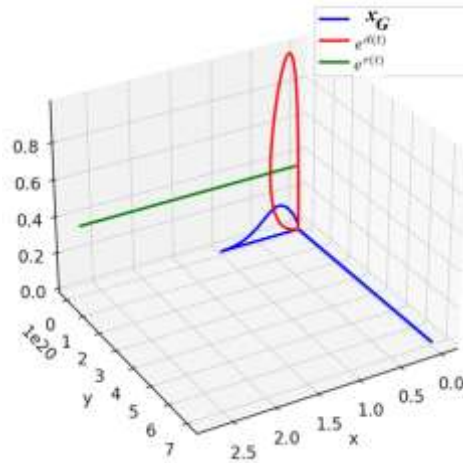


Figure 1. Multiplicative quaternion curve.

3.2. Multiplicative Curvature and Torsion via Multiplicative Quaternion

Suppose $q_G(t) = (e^{q_0(t)}, e^{q_1(t)}, e^{q_2(t)}, e^{q_3(t)})$ is a quaternion function. The multiplicative derivative is $q_G^*(t) = ((e^{q_0})^*, (e^{q_1})^*, (e^{q_2})^*, (e^{q_3})^*)$. The product rule holds:

$$(p_G \odot q_G)^* = p_G^* \odot q_G \oplus p_G \odot q_G^*.$$

If q_G is a unit quaternion, $q_G \odot q_G^* = e$ and differentiating gives

$$q_G^* q_G^* \oplus q_G (q_G^*)^* = 1.$$

One derives the identity that

$$q_G^* = q_G \odot e^k, \quad e^k = (1, e^k) = e^{q_0} \odot q_G^* \odot (e^{q_0})^* \odot q_G \odot q_G \times_G q_G^*.$$

Multiplicative quaternion and multiplicative Frenet--Serret Frame

Let $x(t)_G$ be a regular space curve and s its arc length. Define the Frenet frame T_G, N_G, B_G and curvature κ_G and torsion τ_G by the usual formulas:

$$T_G = x^*, \quad N_G = T_G^* \oslash |T_G^*|, \quad B_G = T_G \times_G N_G,$$

$$\kappa = \|T_G^*\|, \quad \tau = -(x^* \times x^{**}) \oslash x^{***} \oslash |x^* \times x^{**}|^2.$$

If $q_G(t)$ is a unit multiplicative quaternion whose rotation matrix columns are T_G, N_G, B_G , then

$$T_G = A \odot q_G, \quad N_G = B_G \odot q_G, \quad B_G = C \odot q_G,$$

for certain 4×4 matrices A, B, C built from q_G . Differentiation yields

$$\begin{bmatrix} e^2 \odot A \odot q_G^* \\ e^2 \odot B \odot q_G^* \\ e^2 \odot C \odot q_G^* \end{bmatrix} = |y_G^*(t)| \odot \begin{bmatrix} 1 & \kappa_G & 1 \\ -\kappa_G & 1 & \tau_G \\ 1 & -\tau_G & 1 \end{bmatrix} \odot \begin{bmatrix} A \odot q_G \\ B \odot q_G \\ C \odot q_G \end{bmatrix}.$$

From this one derives the linear system expressing q_G^* in terms of κ_G, τ_G :

$$q_G^*(t) = |y_G^*(t)| \odot e^2 \odot \begin{bmatrix} 1 & -\tau_G & 1 & -\kappa_G \\ \tau_G & 1 & \kappa_G & 1 \\ 1 & -\kappa_G & 1 & \tau_G \\ \kappa_G & 1 & -\tau_G & 1 \end{bmatrix} \odot q_G(t).$$

Theorem 3.2.1. Let $y_G(t) \in R_G^3$ be a space curve with $|y_G(t)^*| \neq 1$. Suppose $q_G(t)$ is a unit quaternion associated to $y_G(t)$. Then the curvature κ_G and torsion τ_G of $y_G(t)$ are given by

$$\begin{bmatrix} \tau_G \\ \kappa_G \end{bmatrix} = e^{\frac{2}{|y_G^*(t)|[1-2(q_0q_1+q_2q_3)]}} \odot \begin{bmatrix} e^{q_0} \odot e^{q_1} & e^{q_3} \odot e^{q_2} \\ e^{q_2} \odot e^{q_3} & e^{q_0} \odot e^{q_1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{q_0^*} \oplus e^{q_1^*} \\ e^{q_2^*} \oplus e^{q_3^*} \end{bmatrix},$$

for all t such that $e^{1-2(q_0q_1+q_2q_3)}(t) \neq 1$.

Example 3.2.2. A unit quaternion associated to the frame

$$M = \begin{bmatrix} e^t \odot \sin_G s \odot e^{\sqrt{1+t^2}} & \cos_G s & \sin_G s \odot e^{\sqrt{1+t^2}} \\ e^t \odot \cos_G s \odot e^{\sqrt{1+t^2}} & \sin_G s & -\cos_G s \odot e^{\sqrt{1+t^2}} \\ -e^t \odot e^{\sqrt{1+t^2}} & 1 & e^t \odot e^{\sqrt{1+t^2}} \end{bmatrix}$$

yields the curvature and torsion evaluate to

$$\tau_G = e^2, \quad \kappa_G = e^2.$$

CONCLUSION

In this study, we have explored the use of quaternions to model and analyze space curves. By associating a quaternion function with a given curve, the moving frame of the curve can be directly encoded in the quaternion's rotation matrix. This association enables explicit computation of fundamental geometric properties, including curvature and torsion, through quaternion operations. Furthermore, quaternion multiplication allows the generation of new curves from existing ones, providing a flexible framework for manipulating rotations and orientations. The results demonstrate that quaternions offer a powerful and computationally efficient approach to studying space curves, bridging the gap between algebraic operations and classical differential geometry.



REFERENCES

- J. W. Hoffman and H. Wang, *Quaternions associated to curves and surfaces*, Palestine Journal of Mathematics 13.Special Issue III, 43--54, 2014
- O. D. Faugeras and M. Hebert, *The representation, recognition, and locating of 3-D objects*, International Journal of Robotics Research, 5(3):27--52, 1986.
- B. K. P. Horn, *Closed-form solution of absolute orientation using unit quaternions*, Journal of Optical Society of America A, 4(4):629--642, 1987.
- J. B. Kuipers, *Quaternions and rotation sequences*, Princeton University Press, 1999.
- J. T. Schwartz and M. Sharir, *Identification of partially obscured objects in two and three dimensions by matching noisy characteristic curves*, International Journal of Robotics Research, 6(2):29--44, 1987.
- K. Shoemake, *Quaternions and 4x4 matrices*, in Graphics Gems II, Academic Press, 1991.
- S. Aslan, M. Bekar and Y. Yaylı, *Geometric 3-space and multiplicative quaternions*, Int. J. of Geo. Methods in Modern Physics, (2023).

ÇARPIMSAL KUATERNİYONİK YÜZEYLER**Doç. Dr. Zehra ÖZDEMİR**

Amasya University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics, 05189 Amasya

ORCID ID: 0000-0001-9750-507X**ÖZET**

Bu çalışmada, Newtonyen olmayan bir uzayda kuaterniyon temsilleri kullanılarak yüzeylerin oluşturulması ve analiz edilmesi, çarpımsal geometri (multiplicative geometry) çerçevesinde ele alınmıştır. Çarpımsal geometri, klasik diferansiyel geometrinin türev ve integral işlemlerini çarpımsal biçimde yeniden tanımlayarak doğrusal olmayan veya üstel değişimlerin modellenmesi için uygun bir matematiksel temel sunar. Bu yaklaşım temel alınarak, çalışmada çarpımsal kuaterniyon çarpımları aracılığıyla geniş bir rasyonel ve parametrik yüzey ailesi üretilmiş ve bunların cebirsel temsilde birleşik bir yapı elde edilmiştir.

Önerilen yöntem, bir yüzeyin birinci ve ikinci temel biçimleri ile Gauss ve ortalama eğrilik gibi geometrik özelliklerinin, yüzeye karşılık gelen kuaterniyon alanından doğrudan elde edilmesini sağlamaktadır. Kuaterniyon temelli bu temsil, hem analitik hesaplamaları sadeleştirmekte hem de yüzey deformasyonlarının dönme ve ölçekleme davranışlarını doğal biçimde içselleştirmektedir. Yöntemin etkinliği çeşitli örneklerle gösterilmiş, elde edilen yüzeyler matematiksel yazılımlar yardımıyla görselleştirilmiştir.

Sonuçlar, çarpımsal ve Newtonyen olmayan geometrilerde kuaterniyon temelli yüzey modellemenin karmaşık yüzey yapılarını üretme ve incelemede güçlü bir kuramsal çerçeve sunduğunu göstermektedir. Bu yaklaşım, yüzey teorisinin cebirsel ve geometrik yönleri arasında köprü kurmakta ve doğrusal olmayan fiziksel sistemler, bilgisayar grafikleri ile kinematik yüzey modelleme alanlarında yeni uygulama olanakları sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kuaterniyonlar; Newtonyen olmayan geometri; Çarpımsal geometri; Parametrik yüzeyler; Kuaterniyonik yüzey modelleme; Yüzey görselleştirme.

MULTIPLICATIVE QUATERNIONIC SURFACES**ABSTRACT**

In this study, we investigate the construction and analysis of surfaces in a non-Newtonian space using quaternionic representations within the framework of multiplicative geometry. Multiplicative geometry extends classical differential geometry by redefining differential operations in a multiplicative manner, allowing for the modeling of nonlinear and exponential behaviors that cannot be adequately described in the Euclidean setting. Building upon this foundation, we employ multiplicative quaternion products to generate a diverse class of rational and parametric surfaces, providing a unified algebraic tool for their representation.

The proposed approach enables the geometric characteristics of a surface—such as its first and second fundamental forms, Gaussian curvature, and mean curvature—to be derived directly from the associated quaternion field. This quaternion-based description not only simplifies analytical computations but also captures both rotational and scaling behaviors of surface deformation in a natural way. Several examples are constructed to demonstrate the efficiency and flexibility of the method, and these surfaces are visualized through symbolic and numerical computations using mathematical software.

The results reveal that quaternionic modeling in multiplicative and non-Newtonian geometries provides a powerful framework for the generation and analysis of complex surface structures. This approach bridges algebraic and geometric aspects of surface theory and opens new possibilities for applications in mathematical physics, computer graphics, and surface kinematics, where nonlinearity and multiplicative behaviors frequently arise.

Keywords: Quaternions; Non-Newtonian geometry; Multiplicative geometry; Parametric surfaces; Quaternionic surface modeling; Surface visualization.

1. INTRODUCTION

Quaternions provide a powerful framework for describing rotations in three-dimensional space, forming a noncommutative division algebra over the real numbers. Since each unit quaternion encodes a spatial rotation, they offer a compact and robust method for representing and composing complex transformations. Their practical advantages have made quaternions indispensable in fields such as computer graphics, aerospace engineering, and scientific visualization (Shoemake 1991; Besl and McKay 1992; Faugeras and Hebert 1986; Horn 1987; Kuipers 1999; Schwartz and Sharir 1987).

For surfaces, a function of two variables $q(s, t)$ can be treated as a quaternion function or as a surface embedded in affine 3-space. By constructing surfaces through quaternion multiplication of two generating space curves, one can obtain a wide range of smooth and rotationally structured surfaces. Adjusting the initial curves automatically transforms the corresponding quaternion surface, allowing flexible control over its geometry, orientation, and rotational behavior. This approach provides a systematic means to explore rich surface forms while maintaining direct correspondence with their underlying quaternion representations. For surfaces, Gaussian and mean curvature are essential measures that describe intrinsic and extrinsic geometry. By extending the idea of moving frames to surfaces, a quaternion function $q(s, t)$ can be associated with a surface such that its rotation matrix aligns with the surface's local frame. This association allows computation of the surface's curvature properties through

the quaternion.

By taking two rational space curves and forming a quaternion surface through their quaternion product, one can generate a variety of smooth surfaces. Adjusting the original curves leads to corresponding transformations of the quaternion surface, including rotations, shears, and more complex deformations (Hoffman and Wang 2024).

Fundamental multiplicative questions in this framework are: How can a surfaces moving frame be represented by a multiplicative quaternion function? How can Gaussian and mean curvature be extracted from the associated multiplicative quaternion? via extending the paper (Hoffman and Wang 2024) with the multiplicative geometry.

2. PRELIMINARIES

In (Aslan et al. 2023), the authors introduce the foundational framework for geometric space and the associated quaternion algebra. Here, we summarize the main definitions and concepts employed in this study. A geometric real number is defined as

$$R(G) = \{exp(x): x \in R\}.$$

The geometric operations are defined as follows:

$$\begin{aligned} e^x \oplus e^y &= e^{x+y}, & e^x \ominus e^y &= e^{x-y}, \\ e^x \odot e^y &= e^{xy}, & e^x \oslash e^y &= e^{x/y}, \\ \sqrt[q]{e^x} &= e^{\sqrt[q]{x}}, \end{aligned}$$

where $e^x, e^y \in R(G)$. Geometric trigonometric functions are introduced as

$$\begin{aligned} \cos_G \theta &= e^{\cos \theta}, \\ \sin_G \theta &= e^{\sin \theta}. \end{aligned}$$

The multiplicative derivative is expressed as

$$f^?(x) = e^{f'(x)/f(x)},$$

where $f'(x)$ denotes the classical derivative. The geometric three-dimensional space is defined by

$$R^3(G) = \{(e^{x_1}, e^{x_2}, e^{x_3}): x_1, x_2, x_3 \in R\} \subset R^3,$$

with standard basis vectors

$$\hat{e}_1 = (e, 1, 1), \quad \hat{e}_2 = (1, e, 1), \quad \hat{e}_3 = (1, 1, e),$$

and the origin

$$\hat{O} = (1, 1, 1).$$

The set of multiplicative quaternions is given by

$$H(G) = \{q_G = (e^a, e^b, e^c, e^d): a, b, c, d \in R\} \subset R^4(G).$$

A multiplicative quaternion can be expressed as

$$q_G = (e^a \odot \overset{\Lambda}{e}) \oplus (e^b \odot \overset{\Lambda}{i}) \oplus (e^c \odot \overset{\Lambda}{j}) \oplus (e^d \odot \overset{\Lambda}{k}),$$

where

$$\overset{\Lambda}{e} = (e, 1, 1, 1),$$

$$\overset{\Lambda}{i} = (1, e, 1, 1),$$

$$\overset{\Lambda}{j} = (1, 1, e, 1),$$

$$\overset{\Lambda}{k} = (1, 1, 1, e),$$

and the multiplication rules satisfy

$$\overset{\Lambda}{i} \odot \overset{\Lambda}{j} = \overset{\Lambda}{k},$$

$$\overset{\Lambda}{j} \odot \overset{\Lambda}{k} = \overset{\Lambda}{i},$$

$$\overset{\Lambda}{k} \odot \overset{\Lambda}{i} = \overset{\Lambda}{j},$$

with

$$(\overset{\Lambda}{i})^2 = (\overset{\Lambda}{j})^2 = (\overset{\Lambda}{k})^2 = e^{-1}.$$

The geometric scalar and vector products in $R^3(G)$ are defined as

$$\langle u, v \rangle_G = e^{u_1 v_1 + u_2 v_2 + u_3 v_3},$$

$$u \times_G v = (e^{u_2 v_3 - u_3 v_2}, e^{u_3 v_1 - u_1 v_3}, e^{u_1 v_2 - u_2 v_1}),$$

where $u = (e^{u_1}, e^{u_2}, e^{u_3})$ and $v = (e^{v_1}, e^{v_2}, e^{v_3}) \in R^3(G)$.

Definition 2.1. Let

$$x_e = (e^{x_0} \odot \overset{\Lambda}{e}) \oplus (e^{x_1} \odot \overset{\Lambda}{i}) \oplus (e^{x_2} \odot \overset{\Lambda}{j}) \oplus (e^{x_3} \odot \overset{\Lambda}{k})$$

be a unit multiplicative quaternion and let $\overset{\Lambda}{v}$ be a pure quaternion. Then the matrix of the associated linear mapping Φ is

$$\overset{\Lambda}{M} = \begin{bmatrix} e^{x_0^2 + x_1^2 - x_2^2 - x_3^2} & e^{-2x_0 x_3 + 2x_1 x_2} & e^{2x_0 x_2 + 2x_1 x_3} \\ e^{2x_0 x_3 + 2x_1 x_2} & e^{x_0^2 + x_2^2 - x_1^2 - x_3^2} & e^{-2x_0 x_1 + 2x_2 x_3} \\ e^{-2x_0 x_2 + 2x_1 x_3} & e^{2x_0 x_1 + 2x_2 x_3} & e^{x_0^2 + x_3^2 - x_1^2 - x_2^2} \end{bmatrix},$$

where $\overset{\Lambda}{M}^T \overset{\Lambda}{M} = \overset{\Lambda}{I}$ and $\Phi(\overset{\Lambda}{v}) = \overset{\Lambda}{M} \overset{\Lambda}{v}$.

For a multiplicative quaternion

$$q_G = (e^a \odot \overset{\Lambda}{e}) \oplus (e^b \odot \overset{\Lambda}{i}) \oplus (e^c \odot \overset{\Lambda}{j}) \oplus (e^d \odot \overset{\Lambda}{k}),$$

its conjugate, norm, modulus, and inverse are defined as

$$q_G^{-G} = (e^a) \theta(e^b \odot \overset{\Lambda}{i}) \theta(e^c \odot \overset{\Lambda}{j}) \theta(e^d \odot \overset{\Lambda}{k}),$$

$$N_G(q_G) = e^{a^2 + b^2 + c^2 + d^2},$$

$$|q_G|_G = e^{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + d^2}},$$

$$q_G^{-1G} = q_G^{-G} \emptyset N_G(q_G).$$

A quaternion q_G is a unit quaternion if $|q_G|_G = e$ (Aslan 1t al. 2023).

3. MULTIPLICATIVE QUATERNION SURFACES

Theorem 3.1. Let v_{q_G} be a multiplicative unit pure quaternion, and let the corresponding quaternion q_G be expressed as

$$q_G = \cos_G \left(\frac{\theta}{2} \right) \oplus \sin_G \left(\frac{\theta}{2} \right) \odot v_{q_G}.$$

Then q_G is a unit quaternion, and the transformation $x \mapsto q_G \odot x_G \odot q_G^*$ performs a rotation of points and vectors in R_G^3 through an angle θ about the axis defined by v_{q_G} .

If $q_G = (e^{q_0}, e^{q_1}, e^{q_2}, e^{q_3})$ with $\sum_{i=0}^3 q_{G_i} \odot q_{G_i} = e$, and $x_G = e^x$ is a pure quaternion, then

$$q_G x_G q_G^* = \begin{bmatrix} e & 1 \\ 1 & R_{3 \times 3}(q_G) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ x_G \end{bmatrix},$$

where $R_{3 \times 3}(q_G)$ denotes the rotation matrix

$$R_{3 \times 3}(q_G) = \begin{bmatrix} e^{q_0^2 + q_1^2 - q_2^2 - q_3^2} & e^{2(q_1 q_2 - q_3 q_0)} & e^{2(q_1 q_3 + q_2 q_0)} \\ e^{2(q_1 q_2 + q_3 q_0)} & e^{q_0^2 - q_1^2 + q_2^2 - q_3^2} & e^{2(q_2 q_3 - q_1 q_0)} \\ e^{2(q_1 q_3 - q_2 q_0)} & e^{2(q_2 q_3 + q_1 q_0)} & e^{q_0^2 - q_1^2 - q_2^2 + q_3^2} \end{bmatrix}.$$

Remark 3.2. Every orthonormal matrix $M_G = (M_{ij}) \in SO_G(3)$ corresponds to a rotation that can be represented by a unit quaternion $q_G = (e^{q_0}, e^{q_1}, e^{q_2}, e^{q_3})$, where

$$e^{q_0} = e^{\sqrt{\frac{\text{Trace}(M)+1}{4}}}, \quad e^{q_1} = e^{\frac{M_{32}-M_{23}}{4q_0}}, \quad e^{q_2} = e^{\frac{M_{13}-M_{31}}{4q_0}}, \quad e^{q_3} = e^{\frac{M_{21}-M_{12}}{4q_0}}.$$

Example 3.3. Consider a multiplicative orthogonal matrix given by

$$R_{3 \times 3}(q) = \begin{bmatrix} e^{-\sin t \frac{1}{\sqrt{2}}} & e^{-\cos t} & e^{\sin t \frac{1}{\sqrt{2}}} \\ e^{\cos t \frac{1}{\sqrt{2}}} & e^{-\sin t} & e^{-\cos t \frac{1}{\sqrt{2}}} \\ e^{\frac{1}{\sqrt{2}}} & 1 & e^{\frac{1}{\sqrt{2}}} \end{bmatrix}.$$

Then the corresponding quaternion is computed as

$$e^{q_0} = e^{\frac{1}{2}\sqrt{\frac{(1+\sqrt{2})(1-\sin t)}{2}}}, \quad e^{q_1} = e^{\frac{\cos t}{4\sqrt{2}q_0}}, \quad e^{q_2} = e^{\frac{\sin t - 1}{4\sqrt{2}q_0}}, \quad e^{q_3} = e^{\frac{\cos t + \sqrt{2}\cos t}{4\sqrt{2}q_0}}.$$

3.1. Surfaces By Multiplicative Quaternions

Consider two multiplicative rational space curves in multiplicative projective coordinates (director $e^{d(t)}$ and radius $e^{r(t)}$):

$$e^{d(t)} = (e^{d_0(t)}, e^{d_1(t)}, e^{d_2(t)}, e^{d_3(t)}) = (e^{d_0}, e^d), \quad e^{r(t)} = (e^{r_0(t)}, e^{r_1(t)}, e^{r_2(t)}, e^{r_3(t)}) = (e^{r_0}, e^r),$$

where $e^{d_\ell}, e^{r_\ell} \in R_G[t]$, $\max\{\deg e^{d_\ell}\} = e^m$, $\max\{\deg e^{r_\ell}\} = e^n$, and $\gcd(e^{d_0}, \dots, e^{d_3}) = \gcd(e^{r_0}, \dots, e^{r_3}) = e$.

Proposition 3.1.1. The multiplicative rational surface

$$e^{x(s,t)} = e^{d(t)} \odot e^{r(s)} \odot e^{d(t)*}$$

is a homogeneous rational tensor product surface generated by rotating $r(s) \odot r_0(s)$ about $d(t) \odot d_0(t)$. It has matrix representation

$$e^{x(s,t)} = R_d(t) \odot e^{r(s)}.$$

Example 3.1.2. Let

$$e^{d(t)} = (e^{t^2+1}, 1, e^{t^2-1}, e^{2t}), \quad e^{r(s)} = (e, e^s, e, 1).$$

Then

$$e^{x(s,t)} = e^{d(t)} \odot e^{r(s)} \odot e^{d(t)*} = R_d(t) \odot e^{r(s)} = \begin{bmatrix} e^{2(t^2+1)^2} \\ e^{-4t(t^2+1)} \\ e^{4t^3s+4st+2t^4-4t^2+2} \\ e^{-2t^4s+2s+4t^3-4t} \end{bmatrix}$$

which after dehomogenization gives the affine space curve illustrated in the paper. It is illustrated in Figure 1.

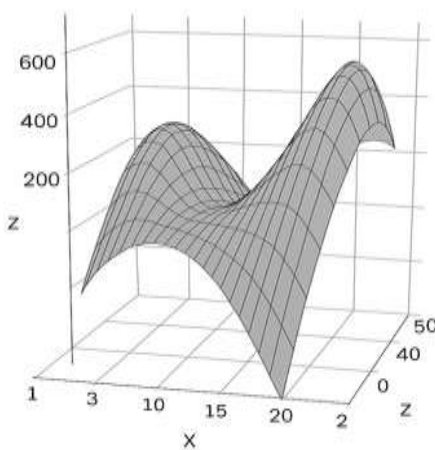


Figure 1. Multiplicative quaternion surface.

Suppose $q_G(t) = (e^{q_0(t)}, e^{q_1(t)}, e^{q_2(t)}, e^{q_3(t)})$ is a quaternion function. The multiplicative derivative is $q_G^*(t) = ((e^{q_0})^*, (e^{q_1})^*, (e^{q_2})^*, (e^{q_3})^*)$. The product rule holds:

$$(p_G \odot q_G)^* = p_G^* \odot q_G \oplus p_G \odot q_G^*.$$

If q_G is a unit quaternion, $q_G \odot q_G^* = e$ and differentiating gives

$$q_G^* q_G^* \oplus q_G (q_G^*)^* = 1.$$

One derives the identity that

$$q_G^* = q_G \odot e^k, \quad e^k = (1, e^k) = e^{q_0} \odot q_G^* \odot (e^{q_0})^* \odot q_G \odot q_G^*.$$

3.2. Multiplicative Gaussian and Mean Curvature of Surfaces via Quaternion

Recall for a surface $e^{x(s,t)}$ with first fundamental form coefficients E_G, F_G, G_G and second fundamental form coefficients L_G, M_G, N_G ,

$$K_G = (L_G \odot N_G \ominus M_G^2) \oslash (E_G \odot G_G \ominus F_G^2),$$

$$H_G = (E_G \odot N_G \ominus e^2 \odot F_G \odot M_G \oplus G_G \odot L_G) \oslash (e^2 \odot E_G \odot G_G \ominus F_G^2).$$

Definition 3.2.1. A unit quaternion $q_G(s, t)$ is associated to a surface $e^{x(s, t)}$ if the columns of the rotation matrix of q_G are an orthonormal moving frame (T_{1G}, T_{2G}, N_G) for the surface. Write $q_{G_s} = \partial^* q_G \oslash \partial^* s$, $q_{G_t} = \partial^* q_G \oslash \partial^* t$. Using differentiations and quaternion product rules one introduces vectors $e^a, e^b \in R_G^3$ such that

$$q_{G_s} = q_G(1, e^a), q_{G_t} = q_G(1, e^b),$$

with $e^a = q_{G_0} q_{G_s} \ominus q_{G_0}^* q_G \ominus q_G \times_G q_{G_s}$. Then one shows

$$N_{G_s} = e^2 \odot q_G \odot (e^a \times_G e_{G_3}) \odot q_G^*, N_{G_t} = e^2 \odot q_G \odot (e^b \times_G e_{G_3}) \odot q_G^*,$$

from which

$$K_G = e^4 \odot (e^a \times_G e^b)_3 \oslash |x_{G_s} \times_G x_{G_t}|, H_G = (e^{a_2} \ominus e^{b_1}) \oslash |x_{G_s} \times_G x_{G_t}|.$$

Theorem 3.2.2. Let $q_G(s, t)$ be a unit quaternion associated to a surface $e^{x(s, t)}$ with $|x_{G_s} \times_G x_{G_t}| \neq 1$. Let R_{q_G} be the rotation matrix be associated to q_G . Then

$$K_G = R_{q_G}^{-1} (q_{G_s} q_{G_t}^*) \odot (1, 1, 1, e^{-4}) \oslash |x_{G_s} \times_G x_{G_t}|,$$

$$H_G = R_{q_G}^{-1} (q_G \odot e_{G_1} \odot q_{G_s}^* + q_G \odot e_{G_2} \odot q_{G_t}^*) \cdot (0, 0, 0, -1) \oslash |x_{G_s} \times_G x_{G_t}|.$$

Example 3.2.3. For the orthonormal moving frame matrix

$$M = \begin{bmatrix} e^t \odot \sin_G s \odot e^{\sqrt{1+t^2}} & \cos_G s & \sin_G s \odot e^{\sqrt{1+t^2}} \\ e^t \odot \cos_G s \oslash e^{\sqrt{1+t^2}} & \sin_G s & -\cos_G s \oslash e^{\sqrt{1+t^2}} \\ -e \oslash e^{\sqrt{1+t^2}} & 1 & e^t \odot e^{\sqrt{1+t^2}} \end{bmatrix}$$

a unit quaternion associated to this frame yields Gaussian curvature $K = e \oslash e^{1+t^2}$ and mean curvature $H = 1$, consistent with a helicoid parametrization

$$e^{x(s, t)} = (e^t \cos_G s, e^t \sin_G s, e^s).$$

4. CONCLUSION

This work also extended the quaternion-based framework to surfaces. By associating a quaternion function of two variables with a surface, its local moving frame can be represented within the quaternion's rotation matrix, allowing direct computation of Gaussian and mean curvature. Generating surfaces through the quaternion multiplication of two rational space curves enables the creation of a variety of smooth, rotationally structured surfaces. Adjusting the generating curves produces corresponding transformations in the quaternion surface, providing precise control over geometric features. Overall, quaternions prove to be an effective and versatile tool for modeling and analyzing surfaces, establishing a clear

connection between quaternion algebra and the differential geometry of surfaces.

REFERENCES

- J. W. Hoffman and H. Wang, *Quaternions associated to curves and surfaces*, Palestine Journal of Mathematics 13, Special Issue III, 43--54, 2014
- O. D. Faugeras and M. Hebert, *The representation, recognition, and locating of 3-D objects*, International Journal of Robotics Research, 5(3):27--52, 1986.
- B. K. P. Horn, *Closed-form solution of absolute orientation using unit quaternions*, Journal of Optical Society of America A, 4(4):629--642, 1987.
- J. B. Kuipers, *Quaternions and rotation sequences*, Princeton University Press, 1999.
- J. T. Schwartz and M. Sharir, *Identification of partially obscured objects in two and three dimensions by matching noisy characteristic curves*, International Journal of Robotics Research, 6(2):29--44, 1987.
- K. Shoemake, *Quaternions and 4x4 matrices*, in Graphics Gems II, Academic Press, 1991.
- S. Aslan, M. Bekar and Y. Yaylı, *Geometric 3-space and multiplicative quaternions*, Int. J. of Geo. Methods in Modern Physics, (2023).

DİKDÖRTGENLER PRİZMASININ HACMİ KONUSUNA İLİŞKİN PURDUE MODELİNE DAYALI ÖĞRETİM MATERYALİ GELİŞTİRİLMESİ

Ulaş ÇALIK

Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Efeler, Aydın

ORCID ID: 0009-0002-1820-3159

Prof. Dr. Esra ALTINTAŞ

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Education, Department of Mathematics Education,

Efeler, Aydın

ORCID ID: 0000-0003-3311-7179

Prof. Dr. Şükrü İLGÜN

Kafkas University, Dede Korkut Faculty of Education, Department of Mathematics Education,

Merkez/Kars

ORCID ID: 0000-0002-2842-2032

ÖZET

Bu çalışma, Üç Aşamalı Purdue modelini temel alarak dikdörtgenler prizmasının hacmi konusunu öğretmeye yönelik kullanılabilecek örnek bir öğretim materyali geliştirmek amacıyla hazırlanmıştır. Yapılan bu çalışma 7. sınıf öğrencilerinin dikdörtgenler prizmasının hacmi konusunu farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş bir öğretim yöntemiyle öğrenmelerine imkân sağlaması bakımından, ilköğretim matematik öğretmenlerine; Purdue Modeli'ne dayalı farklı bir öğretim etkinliği ve uygulanabilir bir örnek teşkil etmesi bakımından, söz konusu modelin öğretim programı geliştiricilere, öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yönelik olarak matematik öğretiminde nasıl kullanılabileceğine dair somut bir perspektif sunması bakımından önemlidir. Bu çalışmada “MAT.7.4.4. Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını değerlendirebilme” öğrenme çıktısına yönelik materyal geliştirilmiştir. Geliştirilen materyal kapsamında öğrencilerin; birim küplerden yola çıkarak hacim kavramını ve dikdörtgenler prizmasının hacim formülünü yapılandırmaları, aynı hacme sahip farklı boyutlarda dikdörtgenler prizmalarının var olabileceğini fark etmeleri hedeflenmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin; işbirlikli problem çözmelerine fırsat verecek, dikdörtgenler prizmasının hacmini hesaplayabilecekleri bir problem (*Nakliye problemi*) tasarlanmıştır. Üç Aşamalı Purdue Modeline dayalı öğretim materyali geliştirme sürecinin son aşamasında, öğrencilerin proje çalışmaları için 12 farklı proje konusu belirlenmiştir. Belirlenen proje konuları, öğrencilerin etno-matematik, eko-matematik ve disiplinlerarası çalışabilmelerine fırsat sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Etno-matematik temelli proje konuları, öğrencilerin kendi kültürel çevrelerinde bulunan tarihi yapılardan (han, kervansaray vb.) yola çıkarak dikdörtgenler prizmasının hacim kavramını anlamlandırmalarına yardımcı olurken, matematiğin kültürel yaşamdaki yerini fark etmelerine imkân tanımaktadır. Eko-matematik temelli proje konuları ise, öğrencilerin çevresel duyarlılık geliştirmelerini ve matematiği sürdürülebilirlik, geri

dönüşüm gibi çevresel sorunlarla ilişkilendirerek daha anlamlı hale getirmelerini hedeflemektedir. Disiplinlerarası projeler aracılığıyla ise öğrencilerin matematiksel bilgilerini fen, sosyal bilgiler gibi farklı ders alanlarıyla ilişkilendirebilmeleri amaçlanmıştır. Farklı proje konuları ile öğrencilerin yalnızca dikdörtgenler prizmasının hacmini hesaplamaları değil, aynı zamanda problem çözme ve toplumsal duyarlılık gibi 21. yüzyıl becerilerini de kazanmaları hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Purdue Modeli, öğretim materyali, dikdörtgenler prizmasının hacmi, etkinlik tasarımı, matematik öğretimi

**DEVELOPMENT OF TEACHING MATERIALS BASED ON THE PURDUE MODEL
REGARDING THE VOLUME OF RECTANGULAR PRISMS
ABSTRACT**

This study was conducted to develop a sample teaching material that can be used to teach the volume of rectangular prisms based on the Three-Stage Purdue Model. The study provides 7th-grade students with the opportunity to learn the concept of volume through a differentiated and enriched instructional approach. Therefore, it serves as an alternative teaching activity and a practical example of the Purdue Model for primary school mathematics teachers, teacher candidates, and mathematics education program developers. This study is also significant because it offers a concrete perspective on how the model can be applied in mathematics teaching, providing a distinctive teaching activity and a practical example for curriculum developers, teachers and teacher candidates. In this study, a teaching material was developed for the learning outcome “MAT.7.4.4. Evaluating the volume relationships of rectangular prisms.” The material aims to help students construct the concept of volume and derive the formula for the volume of rectangular prisms starting from unit cubes and to recognize that rectangular prisms of different dimensions can have the same volume. In this context, a problem scenario (Transportation Problem) was designed to allow students to collaboratively solve problems and calculate the volume of rectangular prisms. In the final stage of the teaching material development process based on the Three-Stage Purdue Model, 12 different project topics were identified for students’ project work. These project topics were designed to provide opportunities for students to engage in ethno-mathematics, eco-mathematics and interdisciplinary studies. Ethno-mathematics based projects help students understand the concept of volume through examples of historical structures (such as inns and caravanserais) found in their own cultural environment while recognizing the role of mathematics in cultural life. Eco-mathematics based projects aim to foster environmental awareness and make mathematics more meaningful by connecting it to environmental issues such as sustainability

and recycling. Interdisciplinary projects encourage students to relate their mathematical knowledge to other subject areas such as science and social studies. Through these diverse project topics, the study aims for students not only to calculate the volume of rectangular prisms but also to develop 21st-century skills such as problem-solving, collaboration and social awareness.

Keywords: Purdue Model, teaching material, volume of rectangular prisms, activity design, mathematics education

1. GİRİŞ

Bireylerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde planlayıp uygulandığı zaman eğitim hizmetleri, istenilen düzeyde yararlı olma şansına sahiptir (Çepni vd., 2002). Bu nedenle eğitim sisteminin öğretmen, öğrenci ve bilgi üçgeni çerçevesinde; öğretmenin yalnızca bilgiyi aktardığı, öğrencinin ise bilgiyi aldığı geleneksel eğitim yaklaşımı yerine, bilginin oluşumunda ve öğrenme sürecinde öğrencinin daha aktif bir rol üstlendiği, öğretmenin rehberlik görevini yürüttüğü, sorunların günlük hayatla ilişkilendirildiği ve belirlenen sorunların çözümünde çeşitli öğretim yöntemleri ve tekniklerinin kullanıldığı, öğrencinin problem çözme yeteneğini, araştırma eğilimini, karar verme becerisini ve bazı diğer yetkinliklerini geliştirmeyi amaçlayan bir yapının benimsenmesi gerekmektedir (Aladağ, 2008). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde (TYMM) yer alan zenginleştirilmiş öğrenme tasarımları, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılmalarını, içeriği keşfetmelerini ve öğrendiklerini ortaya koymalarını sağlayan farklılaştırılmış uygulamaları içermektedir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024a). Ortaokul matematik dersi öğretim programına göre zenginleştirme etkinliklerinde, yalnızca disiplin içi bağlantılara değil, aynı zamanda disiplinler arası ilişkilere ve bunların günlük yaşamla olan bağlantılarına da ağırlık verilmektedir. Öğrencilerin performans görevleri kapsamında teknolojiyi ve dijital ortamları etkili biçimde kullanarak dijital içerikler üretebilecekleri öğrenme ortamlarının oluşturulmasına yönelik öneriler de zenginleştirme süreci içinde yer almaktadır (MEB, 2024b). Bu bağlamda, öğretim sürecinin niteliğini artırmak ve öğrencilerin yeteneklerini geliştirmek amacıyla uygulanabilecek zenginleştirme modellerinden biri Purdue Modeli'dir.

Moon ve diğerlerine (1993) göre 3 Aşamalı Purdue Zenginleştirme Modeli, üstün yetenekli öğrencilerin gelişimi için geliştirilmiş bir programdır. Purdue Model üstün zekalı öğrencilerin için geliştirilmiş farklılaştırma yaklaşımının etkililiğinin karşılaştırıldığı ve üç aşamadan oluşan bir zenginleştirme modelidir (Feldhusen & Kolloff, 1986). Bu model, sınıf ortamında farklı düzeylerdeki öğrencilere öğrenme hızlarına uygun biçimde yapılandırılmış öğrenme fırsatları

sunarak, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif biçimde katılımını sağlamayı ve aynı zamanda yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Kutlu, 2013). Ayrıca, bireysel öğrenme yaklaşımlarının yanı sıra düşünme becerilerinin geliştirilmesini, özgün ürünler ortaya koyabilmeyi, araştırma ve problem çözme yetkinliklerini desteklemeyi amaçlar. Ayrıca grup çalışmaları ile iş birliği yapma ve bilimsel süreç basamaklarını etkin biçimde kullanma gibi çeşitli yöntem ve teknikleri de bünyesinde barındırır (Şener, 2016). Feldhusen ve Kolloff (1986) ise Üç Aşamalı Purdue Modeli'nin her bir aşamasının farklı bilişsel hedefler içerdiğini ifade etmişlerdir.

Purdue Modeli'nin birinci aşamanın amacı, öğrencilerin ayırıcı ve birleştirici düşünme becerilerini kullanmalarını sağlayarak, bilimsel süreç becerilerinin gelişimini desteklemektir (Kutlu & Gökdere, 2013). Öğrenciler, modelin ilk aşamasında eğitim sürecine bilgi temelli etkinlikler ile başlarlar (Zorlu, 2021). İkinci aşamada ise öğrencilerin; mantıksal çıkarım yapma, eleştirel düşünme ve yaratıcı problem çözme gibi daha karmaşık düşünme stratejilerinin öğretimini amaçlar (Feldhusen & Kolloff, 1986). Ayrıca, ikinci aşama ağırlıklı olarak öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinlikleri kapsamaktadır (Zorlu, 2021). Çepni ve diğerlerine (2002) göre modelin üçüncü aşaması, öğrencilerin ilgi alanı doğrultusunda bir konuyla ilgili bağımsız çalışma planı yaptıkları safadır. Üçüncü aşama da bireyden özgün ürünler üretmesinin beklendiği, farklı düşünce biçimlerinin ortaya çıktığı ve yaratıcılığın geliştirildiği evredir (Zorlu, 2021). Üçüncü aşamada ürün olarak, maket çalışmaları, posterler, panolar, videolar, grafikler, üç boyutlu modeller gibi farklı proje çalışmaları ile süreç tamamlanır (Moon vd., 2009).

Geometrik cisimler olarak bilinen katı cisimler, üç boyutlu uzayda belirli bir hacim kaplayan geometrik nesneler olarak tanımlanır (Kurtuluş, 2016). Geometrik cisim derinliği, eni ve yüksekliği olan her şey olarak da ifade edilebilir (Hıdıroğlu & Hıdıroğlu, 2016). Geometrik kavramların öğretimi, öğrencilerin mekânsal düşünme, problem çözme ve mantıksal akıl yürütme becerilerinin gelişimi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, üç boyutlu geometrik cisimlerden biri olan dikdörtgenler prizması hem ilkokul hem de ortaokul düzeyindeki öğrenciler için temel öğrenme nesnelerinden biridir. Ancak öğrencilerin bu kavramı anlamada çeşitli zorluklar yaşadığı, araştırmalarla ortaya konulmuştur (Dane vd., 2012).

Ölçme konusuyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; genellikle öğrencilerin ölçme kavramlarını anlamada ve bu kavramları birbirleriyle ilişkilendirmede zorluklar yaşadıklarını, problem çözme sürecine etkin bir şekilde katılmakta güçlük çektiklerini; alan, çevre ve hacim

gibi kavramların anlamını bilmeden, yalnızca ezberlenmiş formüllerle sonuca ulaşmaya çalıştıkları ve ölçme, özellikle de hacim kavramı ile ilgili kavram yanılgılarına sahip oldukları belirtilmektedir (Aydın Karaca, 2014; Dağlı, 2010; Gökdağ, 2004; Tan Şişman & Aksu, 2009). Ayrıca yapılan çalışmalar öğrencilerin birim küplerden oluşan dikdörtgenler prizması biçimindeki yapıların hacmini ölçme konusunda güçlük yaşadıklarını ortaya koymaktadır (Alstad vd., 2021; Battista & Clements, 1996). Dane vd. (2012) yaptıkları çalışmayla ilkök ve ortaokul öğrencilerinin dikdörtgenler prizması algılarını modeller yardımıyla belirlenmeye çalışmışlardır. Ayrıca, Tekin-Sitrava ve Işıksal-Bostan (2014) ortaokul öğrencilerinin dikdörtgenler prizmasının hacmini hesaplamadaki performanslarını ve çözüm stratejilerini incelemiştir. Literatürde dikdörtgenler prizmasının hacmini öğretmeye yönelik çeşitli çalışmalar da bulunmaktadır (Bayezit, 2019; Kandil & Işıksal Bostan, 2016; Okuyucu, 2019; Okuyucu & Özdemir Erdoğan, 2021).

Literatür incelendiğinde fen bilimleri dersi kapsamında yer alan konu, kazanım ve öğrenme çıktılarına yönelik Üç Aşamalı Purdue Modeli'ne dayalı etkinlik geliştirme çalışmaları (Çepni vd., 2002; Kutlu, 2013; Kutlu & Gökdağ, 2013; Şener, 2016; Üçtepe, 2024; Zorlu, 2021; Zorlu & Gökdağ, 2021) olmasına karşın matematik eğitiminde yapılan çalışmalar (Altıntaş, 2009; Çalışkan Karakulak, 2019) sınırlı sayıdadır. Bu nedenle matematik eğitiminde Üç Aşamalı Purdue Modeli'ne dayalı öğretim etkinliklerinin ve materyallerinin geliştirilme çalışmalarına önem verilmelidir. Geliştirilen öğretim materyali; ortaokul öğrencilerinin dikdörtgenler prizmasının hacmi konusunu farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş bir öğretim içeriği sunması bakımından, ilköğretim matematik öğretmenlerine; Purdue Modeli'ne dayalı farklı bir öğretim etkinliği örnek teşkil etmesi bakımından, programı geliştiricilere, öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yönelik olarak matematik eğitiminde nasıl kullanılabileceğine dair somut bir perspektif sunması bakımından, üstün yetenekli tanısı almış veya almamış öğrencilerinde faydalanabileceği bir materyal olmasından dolayı da önemlidir. Ayrıca yapılan bu çalışmanın, yalnızca dikdörtgenler prizmasının hacminin öğretimi için değil, aynı zamanda matematik öğretiminde farklılaştırma, yaratıcı problem çözme ve proje temelli öğrenme bağlamında geliştirilecek olan 3 Aşamalı Purdue Modeli'ne dayalı öğretim materyallerine örnek olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmanın amacı Üç Aşamalı Purdue Modeli'ne dayalı dikdörtgenler prizmasının hacmi konusuna ilişkin öğretim materyali geliştirilmesidir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Üç Aşamalı Purdue Modeli temel alınarak MAT.7.4.4. “Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını değerlendirebilme” öğrenme çıktısını öğretmeye yönelik rehber

bir öğretim materyali geliştirilmiştir. Çalışmanın yöntem bölümünde Üç Aşamalı Purdue Modeli'ne göre etkinlik geliştirme adımlarına ve uygulayıcılara yönelik rehber olabilecek önerilere yer verilmiştir.

Purdue Modeli'ne Göre Etkinlik Geliştirme Adımları

Bu etkinlik 3 Aşamalı Purdue Modeli dikkate alınarak hazırlanmıştır. TYMM kapsamında MAT.7.4.4. dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını değerlendirebilme öğrenme çıktısı ve süreç bileşenlerine yönelik etkinlik hazırlanırken aşağıdaki adımlar takip edilmiştir.

- Geometrik cisimler konusuyla ilgili literatür araştırması yapılmıştır.
- Prizmaların ve dikdörtgenler prizmasının hacim kavramının öğretimine ilişkin literatür taraması yapılmıştır.
- Prizmaların ve dikdörtgenler prizmasının hacim kavramının öğretimine yönelik geliştirilen örnek materyaller ve etkinlikler incelenmiştir.
- 3 Aşamalı Purdue Modeli'ne dayalı etkinliğin nasıl geliştirilmesi gerektiğine dair literatür taraması yapılmıştır.
- Matematik ve Fen Bilimleri derslerinde geliştirilmiş olan Üç Aşamalı Purdue Modeli'ne dayalı örnek etkinlikler incelenmiştir.
- İncelenen örnek etkinlikler doğrultusunda, dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısının öğretimine yönelik Üç Aşamalı Purdue Modeli temel alınarak etkinliklerin geliştirilmeye başlanmıştır.
- Modelin birinci aşamasında, temel bilimsel süreç becerileri kapsamında; öğrencilerin geometrik cisim, hacim kavramı ve hacim sembolüyle karşılaştıkları durumları analiz edebilmelerine yönelik sorular hazırlanmıştır. Bu sorular öğrencilerin geometrik cisimlerin özelliklerini ayırt ederek sınıflayabilmeleri amacıyla hazırlanmıştır.
- Birinci aşamanın bütünleştirilmiş bilimsel süreç becerileri bölümünde temel bilimsel süreç becerilerine göre daha üst düzey ve dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını keşfettirmeye yönelik birim küp etkinliği tasarlanmıştır. Birim küp etkinliği ile öğrencilerin dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını keşfetmesi amaçlanmıştır.
- Etkinliğin ikinci aşamasında öğrencilere günlük yaşamla bağlantılı karmaşık bir problem (*Nakliye Problemi*) durumu hazırlanmıştır.
- Problem durumu, öğrencilerin ön öğrenmeleri, hazırbulunuşlukları ile daha önce öğrenmiş oldukları matematik konuları ile öğrenme çıktıları dikkate alınarak tasarlanmıştır.

- Problem durumu tasarımında kullanılan veriler gerçek verilerden yararlanılarak ve karayolları taşıma yönetmeliği gibi çeşitli parametreler dikkate alınarak hazırlanmıştır.
- İkinci aşamada sunulan etkinlik öğrencilerin yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanmıştır.
- Modelin son aşaması olan proje geliştirme aşamasında, proje konuları ilgili öğrenme çıktısına uygun şekilde tasarlanmıştır.
- Proje konuları; günlük yaşamla bağlantısı olmasına, öğrencilerin projeye aktif katılım göstermelerine ve projeye ilgili veri toplama süreçlerine imkân tanıyacak şekilde belirlenmiştir.
- Ayrıca hazırlanan proje konuları öğrencilerin yaratıcı düşüncelerine, problem çözme becerilerinin gelişmesine ve özgün projeler üretmesine fırsat verecek şekilde tasarlanmıştır.
- Proje konularında etno-matematik ve eko-matematik gibi güncel matematik eğitimi bileşenlerine yer verilerek proje konularının çeşitlenmesi amaçlanmıştır.
- Hazırlanan etkinlikler ve proje konuları matematik eğitiminde Purdue modeline dayalı etkinlik geliştirilmesi konusunda uzmanlaşmış akademisyenin görüşleri ve önerileri dikkate alınarak son haline getirilmiştir.

Öğretmenlere (Uygulayıcılara) Uygulama Yönergesi

Bu öğretim materyali 3 Aşamalı Purdue modelini temel alınarak hazırlanmış olup, öğrencilerin dikdörtgenler prizmasının hacmi konusunu derinlemesine kavrayarak, bilgilerini yapılandırmalarını hedeflemektedir. Ayrıca öğrencilere, farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş bir öğretim deneyimi sunmayı da amaçlamaktadır.

- Etkinliğe başlamadan önce öğrencilerden dörder kişilik gruplar oluşturmasını isteyiniz. *(Öğrencilerin oluşturdukları grupların dengeli olabilmesi için, grupta farklı başarı seviyelerine sahip öğrencilerin yer alması önemlidir. Ayrıca, iletişim becerileri güçlü öğrenciler ile daha çekingen öğrenciler birlikte çalıştırılarak, sosyal etkileşim ve yardımlaşma sağlanabilir.)*
- Öğrencilere, etkinlik ve proje çalışmalarını belirledikleri grup üyeleriyle iş birliği içerisinde yürütmeleri gerektiğini açıklayınız.
- Öğrencilere etkinlik sürecinde ihtiyacı olabilecek malzeme ve materyalleri (A4 kâğıdı, çalışma kâğıdı, kareli kâğıt, birimküp vb.) dağıtınız.
- Etkinlik ve proje süreçleri boyunca öğretmen olarak öğrencilere rehberlik yapınız. *(Öğretmen süreç boyunca rehber konumunda olmalıdır.)*

- Öğrencilere karşılaştıkları sorunlarda ve zorlandıkları sorularda destek olunuz. Öğrencilere, zorlandıkları sorularda cevabı öğrencilerin bulmasına ve keşfetmesine yardımcı olabilecek yönlendirici sorularla destek olunuz.
- Öğrencilerin olası hatalı öğrenmelerinin önüne geçebilmek amacıyla anahtar ve sondaj sorular ile öğretim sürecini izleyerek yönlendirme faaliyetlerinde bulununuz.

PURDUE MODELİNE GÖRE GELİŞTİRİLEN DİKDÖRTGENLER PRİZMASININ HACMİ ETKİNLİĞİ

- **Etkinlik Sınıf Seviyesi (Sınıf Düzeyi):** 7. Sınıf
- **Etkinlik Süresi:** 4 Ders Saati
- **Etkinliğin Öğrenme Çıktısı ve Süreç Bileşenleri:**

MAT.7.4.4. Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını değerlendirebilme

- a) Dikdörtgenler prizmasının hacmini belirlemede ölçüt olarak birimküpleri belirler.
- b) Dikdörtgenler prizmasının hacmini belirlemek için prizmaların içine yerleştirilen birimküpleri sayar.
- c) Toplam birimküp sayısı ile dikdörtgenler prizmasının ayrıt uzunluklarını karşılaştırır.
- ç) Birimküpleri farklı stratejilerle sayarak dikdörtgenler prizmasının hacmini taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olarak ifade eder.

- **Purdue Etkinliği Sonucu Ortaya Çıkabilecek Yeni Kazanımlar**

- Hacim kavramını kavrayabilme.
- Farklı geometrik cisimlerle dikdörtgenler prizmasının farkını kavrayabilme.
- Dikdörtgenler prizmasının ayrıtlarının uzunlukları ile hacim ilişkisini anlamlandırabilme.
- Aynı hacimdeki dikdörtgenler prizmasının ayrıt özelliklerini ile taban alanı, yükseklik ilişkisini fark etme.
- Aynı hacimdeki veya farklı hacimdeki dikdörtgenler prizmalarının taban alanları ile yükseklikleri arasındaki ilişkiyi fark edebilme.

- **Etkinlik Yönergesi (Öğrencilere Yönelik)**

- Bu etkinlik çalışmasını 4 kişilik gruplar halinde yapmanız beklenmektedir.
- Etkinlikteki her bir soruya, verilen yönergelere uygun ve detaylı yanıtlar üretmeniz gerekmektedir.
- Etkinliğin sonunda, proje örneklerinden birini seçerek, grubunuzla birlikte bir proje çalışması gerçekleştirmeniz istenecektir.
- Proje çalışmalarınızda özgün fikirler geliştirmeye özen gösteriniz.

- Proje çalışmalarınızda veri toplamak ve disiplinlerarası çalışmak gibi kriterlere özen gösteriniz.
- Proje sunumlarınızı sizden istenilen formatta hazırlayarak, belirlenen zaman diliminde öğretmeninizin talep edeceği şekilde sunum yapmaya hazırlık yapınız.
- Sunum sırasında, tüm grup üyelerinin katkı sağladığı bir sunum hazırlamayı planlayınız.

1. AŞAMA:

Temel Bilimsel Süreç Becerileri:

Gözlem: Günlük hayatta, **geometrik cisim ve hacim** kavramıyla veya "V" sembolüyle karşılaştığınız yerlere örnek verebilir misiniz? (Kaç tane örnek verebilirsiniz?)

Sınıflandırma: Geometrik cisimlerde hacim kavramıyla karşılaştığınız durumları özelliklerine göre sınıflandırınız.

(Öğrenciler, hacim kavramını, farklı şekillerdeki cisimlerin hacimlerini karşılaştırarak sınıflandırmaya çalışacaklardır. Hangi durumların dikdörtgenler prizması olduğunu, hacim hesaplamalarının hangi şekillerle yapıldığını anlamaya çalışacaklardır. Örneğin: Dikdörtgenler prizmasının hacmi, Küpün hacmi, Silindirin hacmi gibi sınıflanmalar yaptıktan sonra öğrencilerin dikdörtgenler prizması ile ilgili özellikler ve hacim hesaplama yöntemleri konusunda sınıflama yapması beklenir.)

Tahmin: Dikdörtgenler prizmasının hacmini hesaplarken göz önünde bulundurulması gereken özellikler nelerdir?

Sonuç: Yapılan beyin fırtınasının sonunda öğrenciler dikdörtgenler prizmasının hacmini hesaplarken taban ayrıtlarının uzunlukları (Taban alanını) ve yüksekliği göz önünde bulundurmaları gerektiği sonucuna ulaşacaklardır.

Bütünleştirilmiş Bilimsel Süreç Becerileri:

Değişkenlerin Belirlenmesi: Öğrencilere, farklı hacimlere sahip dikdörtgenler prizması ve aynı hacme sahip farklı boyutlarda dikdörtgenler prizması örnekleri verilecektir. "**Birim Küp Etkinliği**" ile öğrencilerin hacim bağıntısını birim küpler aracılığıyla oluşturması ve öğrencilerin dikdörtgenler prizmasının hacmini hesaplarken kullanılan değişkenleri fark etmesi beklenmektedir.

Birim Küp Etkinliği:

- a) Aşağıdaki boyutları verilmiş olan dikdörtgenler prizmalarını çizin ve birim küpler yardımıyla içlerini doldurarak hacimlerini hesaplayınız.

Tablo 1. Dikdörtgenler Prizmalarının Boyutları

Uzunluk (cm)	Genişlik	Yükseklik (cm)
4	3	6
4	3	5
4	3	8
4	3	4

b) Aşağıdaki boyutları verilmiş olan dikdörtgenler prizmalarını çizin ve birim küpler yardımıyla içlerini doldurarak hacimlerini hesaplayınız.

Tablo 2. Dikdörtgenler Prizmalarının Boyutları

Uzunluk (cm)	Genişlik	Yükseklik (cm)
4	3	5
4	5	3
3	5	4
6	5	2

Birim küpler yardımıyla hacimlerini hesapladığınız dikdörtgenler prizmalarının verilerini tabloya kaydederek tekrar hacimlerini hesaplayınız ve daha önce birim küpler yardımıyla hesapladığınız hacimlerle yeni hesapladığınız hacimleri karşılaştırınız.

Değişkenler Arasındaki İlişkileri Tanımlama:

- Yapmış olduğunuz birim küp etkinliğinden de yararlanarak hacimleri aynı olan dikdörtgenler prizmalarının yükseklik ve kenar uzunlukları arasındaki ilişki nedir?
- Yapmış olduğunuz birim küp etkinliğinden de yararlanarak taban alanları aynı olan dikdörtgenler prizmalarının yükseklik ve kenar uzunlukları arasındaki ilişki nedir?

Öğrencilerden değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlama basamağında “Bütünleştirilmiş Bilimsel Süreç Becerileri” basamağında yapılan işlemler neticesinde hacimleri aynı olan ama farklı yükseklik ve kenar uzunluğuna sahip olan dikdörtgenler prizmasının taban alanı ile yüksekliği arasındaki ilişkiyi açıklamaları istenir.

Araştırmanın Analizi: Bu aşamaya kadar yapılanların bir analizi yapılır. Öğrenciler, dikdörtgenler prizması inşa edecek ve hacmini hesaplayacaklardır. Bununla birlikte, her bir öğrencinin farklı taban alanı ve yükseklik verilerini kullanarak farklı prizmalar oluşturması sağlanacaktır. Öğrenciler, her bir şekil için hacmin nasıl değiştiğini ve hesaplama sürecinde nelerin önemli olduğunu gözlemlemiş olacaklardır.

Hipotez: Bu aşamada öğrencilere, hipotez kurmaya zorlayıcı (yönlendirici) sorular sorulur.

Aşağıdaki boşlukları doğru ifadelerle doldurunuz.

- Taban alanı küçük olan dikdörtgenler prizmasının yüksekliği, taban alanı büyük olan dikdörtgenler prizmasının yüksekliğinden daha olmalıdır.
- Dikdörtgenler prizmalarının yükseklikleri aynı olursa, taban alanı değişikçe hacim.....
- Dikdörtgenler prizmalarının taban alanları aynı olduğunda, yükseklikle dikdörtgenler prizmalarının hacmi

2. AŞAMA (NAKLİYE PROBLEMİ)

2. aşamada öğrenci gruplarına tır firmalarıyla ilgili çeşitli bilgiler, tırların yakıt miktarları, şehirlerarası uzaklık verileri ve kutu türleriyle ilgili bilgiler verilir. Bu bilgiler ışığında öğrencilerin problem durumuna yönelik çözümler geliştirmesi beklenmektedir.

Kara yolu taşımacılığında sıklıkla tercih edilen araçlardan biri tırlardır. Bu araçların yük taşıma kısmı olan treylerler, genellikle dikdörtgenler prizması biçiminde tasarlanır. Bu geometrik şekil, taşınacak eşyaların düzenli şekilde yerleştirilmesini kolaylaştırır, yüklerin sabitlenmesini sağlar ve taşıma sırasında güvenliği artırır. Peki, bir treylere boşluk kalmayacak şekilde yük yerleştirmek isteseydik, yüklerin şekli sizce nasıl olmalıdır?

1980 yılından itibaren taşımacılık sektöründe öncü olan A, B, C, D ve E nakliye firmaları taşımacılık sektörüne damga vurmaktadır. Firmalar, ürünlerini farklı şehirlere göndermeyi planlıyor. Siz ise büyük bir lojistik yönetim yazılımı firmasında “Akıllı Yükleme Uzmanı” olarak görev yapıyorsunuz. Göreviniz, bu süreçte yüklemeleri en verimli şekilde planlamak ve uygulamaktır. Elinizde 5 farklı hacme sahip tır bulunmaktadır. Ancak her tırın gideceği il, taşıyabileceği kutu türleri, yükleme sınırlamaları ve hacim doluluk beklentisi farklıdır.

Senin görevin:

- Her firmanın tırına uygun yükleme planını oluşturmak.
- Verilen kutularla tırları %100’e yakın doluluk oranıyla yüklemeye çalışmak.
- Hangi tırın hangi şehre gitmesi gerektiğine karar vermek.

Tablo 3. Firmaların Tır Dorse Boyutları ile Taşıyabileceği Kutu Türüne İlişkin Bilgiler

Tır Şirketi Adı	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Yükseklik (m)	Taşıma Kuralları
A	10	2,5	2	Sadece küp veya kare prizma ile yüklenebilir.
B	12	2	2	En az 2 kutu türü kullanılarak yükleme yapılabilir.
C	8	2,5	3	En az 2 farklı dikdörtgenler prizması şeklindeki kutu türü ile yükleme yapılmalıdır.
D	15	2	2,5	En az 3 kutu türü kullanılarak yükleme yapılmalıdır.
E	10	2,5	3	Sadece küp kutu türü ile yükleme yapılmalıdır.

Not: Tır dorseleriyle ilgili veriler, Karayolu Taşıma Yönetmeliği ve karayollarındaki gabari ölçüleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

Tablo 4. Kutu Türleri

Kutu Türü	Kutunun Boyutları (m)
Küp	2x2x2
Kare Prizma	1x1x2
Dikdörtgenler Prizması-A	2x1x3
Dikdörtgenler Prizması-B	0,5x1x2
Dikdörtgenler Prizması-C	0,5x2x3

Tablo 5. Şehirlerarası Uzaklık Verileri

İller	Şehirlerarası Uzaklık (km)
İstanbul- Ankara	450 km
İstanbul-Bursa	160 km
İstanbul-İzmir	480 km
İstanbul-Denizli	590 km
İstanbul-Edirne	240 km

Tablo 6. Firmaların Tırlarının Yakıt Performansı

Tır	Boşken Yakıt Tüketimi (Litre/100 km)	Her %10 doluluk için ekstra tüketim (L/100 km)
A	20	+1 litre
B	22	+1,2 litre
C	18	+0,8 litre
D	25	+1,5 litre
E	21	+1 litre

Akıllı yükleme uzmanı olarak tüm verileri göz önünde bulundurarak hangi tırın hangi şehre gönderilmesi gerektiğini, her bir tıra yüklenen kutuların sayısını, hacmini ve tırın tüketeceği yakıt miktarını veren bir plan oluşturun. Bütün bu verilere göre hangi tır firmasının hangi şehre gönderilmesi gerekir?

3. AŞAMA: PROJE TASARLAMA ADIMI

Bu aşamada öğrencilerin 4 kişilik gruplar oluşturarak projeleri yapmaları beklenmektedir.

Aşağıdaki proje konularından bir tanesini seçerek bir proje tasarımı geliştiriniz. Proje konusunda sizden istenilen bağlamda projeler geliştiriniz.

Proje 1-Kargo Deposu Etkinliği:

Bu projeyi yapabilmek için ilk önce bir kargo firmasına gidiniz. Kargo firmasından, dikdörtgenler prizması şeklinde kargoların yerleştirilebileceği deponun nasıl olması gerektiği ve kargo kutularının ölçüleri ile ilgili bilgiler alınız. Bu bilgiler ışığında farklı boyutlarda dikdörtgenler prizmalarının koyulabileceği bir kargo deposu tasarlayınız. Bu deponun hacmi ile kargo kutularının hacimleriyle ilgili detaylı bir bilgi afişi tasarlayınız.

Proje 2-Zeytinyağı Tenekesi Üretim Etkinliği:

Bu projeyi yapmadan önce bir markete giderek çeşitli zeytinyağı tenekelerini inceleyiniz. Bugüne kadar derslerde öğrenmiş olduğumuz farklı geometrik cisimlerini sınıflandırınız. Farklı boyutlarda olacak şekilde zeytinyağı doldurmak üzere dikdörtgenler prizması şeklinde tenekeler tasarlayınız. Zeytinyağı tenekelerini tasarlarken hacminin ne olması gerekir belirleyiniz. Aynı hacimde farklı zeytinyağı tenekeleri tasarlamamanın avantajları ve dezavantajları neler, bu tasarımları yaparken nelere dikkat ettiniz bunları açıklayan bir sunum hazırlayınız.

Proje 3- Hediye Kutusu Tasarlayalım Etkinliği:

Farklı amaçlar için kullanılabilecek hediye kutuları tasarlayınız (Takı, çikolata, kalemlik vs.). Bu tasarımı yaparken bu zamana kadar öğrenmiş olduğunuz geometrik cisimleri kullanınız. Hediye kutularıyla ilgili çeşitli bilgiler almak için dükkânlarda kullanılan hediye kutularını inceleyiniz. Tasarlamış olduğunuz kutuların hacimlerini belirleyiniz. Elde ettiğiniz sonuçlara göre uygun taban alanı ve yükseklik seçeneklerini geliştirerek, müşterilere sunabileceğiniz katalog hazırlayınız. Tasarımlarınızı açıklayan bir afiş tasarlayınız.

Proje 4-Sokak Hayvanlarına Yuva Tasarlayalım Etkinliği:

Farklı tür hayvanlar için (kedi, köpek, tavşan) dikdörtgenler prizması şeklinde barınma alanları tasarlayınız. Her bir barınağın hacmine ilişkin bilgileri içeren ve barınak tasarımında nelere dikkat ettiğinizi açıklayan bir poster hazırlayınız.

Proje 5-Meyveleri Nasıl Kasalayalım Etkinliği:

Farklı miktarlarda meyve taşımak için çeşitli kasalar tasarlayınız. Tasarladığınız kasaların hacminin ne kadar olması gerektiğini belirleyiniz ve bu tasarımları yaparken nelere dikkat ettiğinizi detaylı şekilde açıklayınız. Tasarım sürecinizi, hacim hesaplamalarınızı ve dikkat ettiğiniz noktaları içeren bilgilendirici bir poster hazırlayınız.

Proje 6- Kendi Kervansarayınızı Tasarlayalım (Kültürel Bağlımlı Proje Konusu)

Proje Çalışma Yönergesi

Denizli ilinde bulunan Akhan ve Çardak Han Kervansarayı görsellerini inceleyiniz.

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

Görsellerini incelemiş olduğunuz yapılar;

- Hangi geometrik şekilleri barındırıyor?
- Bu yapılar en çok hangi geometrik şekle benziyor?
- Kervansarayların hacmini nasıl hesaplayabiliriz?
- Bir kervansarayın içerisinde hangi bölümler bulunmaktadır? Araştırınız.
- Günümüzde kervansarayların içerisinde neler olmalıdır?
- Görsellerini incelediğiniz kervansarayların hacimlerini hesaplayınız.

Görsellerini incelemiş olduğunuz kervansarayların maketleri yapılmak istenmektedir. Bu kervansarayların içindeki odalar ve avlular birim küplerle modellenmek istenmektedir. Sizlerde bu kervansaraylara benzer, aynı hacimde başka kervansaraylar tasarlayınız. Tasarımlarınızın hacmini hesaplayınız. (*Tasarım yaparken birim küpler kullanarak yapıları oluşturunuz.*)

Proje 7- Akıllı Mutfak Düzeni (Mutfak Düzenleme Kutuları) Tasarımı Etkinliği

Bu projedeki amacınız; baharatlar, bakliyatlar ve sebzeler gibi ürünler için mutfakta kullanılabilecek dikdörtgenler prizması şeklinde saklama kutuları tasarlamaktır. Bu kutuları, aynı hacime sahip ama farklı boyutlarda tasarlayınız. Tasarımınızı yaparken kutuların dolap içindeki yerleşimini de göz önünde bulundurunuz. Tasarımlarınızın hacmini hesaplayınız. Tasarımlarınızı ve yerleşim tercihlerinizi açıklayan bir poster hazırlayınız.

Proje 8- Tohumlar Geleceğimiz Etkinliği

Bu projedeki amacınız, tarımda kullanılan tohumları nemden ve güneşten koruyacak, saklayabilecek dikdörtgenler prizması şeklinde kutular tasarlamaktır. Kutuları tasarlarken nelere dikkat ettiğinizi, tohum saklamak için kutuların sahip olması gereken özellikleri ve kullanılacak malzemeleri planlayınız. Kutuların hacimlerini ve boyutlarını belirleyiniz. Yaptığınız çalışmaları, açıklamalarla birlikte bir poster halinde hazırlayarak sununuz.

Proje 9- İlk Yardım Kutusu Nasıl Olmalı? Etkinliği

Deprem, sel, yangın gibi afetlerde ve yaralanmalarda sıklıkla kullandığımız ilk yardım malzemelerinin bulunduğu kutular tasarlayınız. Bu kutuları dikdörtgenler prizması şeklinde tasarlayınız. Bu ilk yardım kutularını tasarlarken nelere dikkat ettiğinizi, kutuların hangi özelliklere sahip olması gerektiğini, bu kutuların hangi maddelerden yapılması gerektiğini planlayınız. Tasarımlarınızın hacmini hesaplayınız. Yapmış olduğunuz çalışmaları bir afiş şeklinde hazırlayarak sununuz.

Proje 10- Geleceğimizi Dönüştürelim (Geri Dönüşüm Kutusu Tasarım) Etkinliği

Evde, okulda ve işyerlerinde kullanılmak üzere kâğıt, cam ve plastik atıklar gibi geri dönüştürülebilir atıklar için dikdörtgenler prizması şeklinde üç ayrı geri dönüşüm kutusu tasarlayınız. Tasarlamış olduğunuz geri dönüşüm kutularının hacimlerini belirleyip uygun taban alanı ve yükseklik seçenekleri oluşturarak farklı yerlerde farklı kullanım amaçlarına hizmet edebilecek şekilde tasarımlar oluşturunuz. Tasarımlarınızın hacmini hesaplayınız. Tasarımlarınızı sunabilmek için bir video klip veya sesli bir sunu hazırlayınız.

Proje 11- Minyatür Evimizi Tasarlıyoruz Etkinliği

Etkinlik Kriterleri:

- Her grup bir minyatür ev tasarlayacaktır.
- Ev minimum 3 odalı olmalıdır.
- Her odanın tasarımını dikdörtgenler prizması şeklinde olacak şekilde planlayınız.

Yukarıdaki kriterleri dikkate alarak maket ev tasarımı yapmanız istenmektedir. Tasarımınızda evinizdeki odaların hacimlerini ve boyutlarını göz önünde bulundurarak, birim küpler kullanarak minyatür evinizi oluşturunuz. Tasarımınızın hacmini hesaplayınız.

Proje 12- Şehrimizi Planlayalım (Şehir Planı Tasarım) Etkinliği

Bu çalışmanın amacı minyatür şehir bölgesi tasarlamaktır. Bu tasarımları yaparken çevrenizde bulunana dikdörtgenler prizması şeklindeki yapıları göz önüne alarak planlarınızı oluşturunuz. Örneğin "Konutlar, okul binası, alışveriş merkezi ve park alanı gibi yapıları göz önüne alarak tasarımlarınızı oluşturunuz. Tasarımlarınızı birim küpler aracılığıyla oluşturunuz.

Tasarımlarınızı oluştururken her bir yapının dikdörtgenler prizması şeklinde olmasına dikkat ediniz. Yapıların ölçülerini belirleyip hacimlerini hesaplayınız. Tasarımlarınıza ait özellikleri anlatabileceğiniz bir animasyon oluşturunuz. **(Bu animasyonu Scratch ile yapabilirsiniz.)**

3. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, Üç Aşamalı Purdue Modeli esas alınarak ortaokul matematik öğretim programında yer alan dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını değerlendirebilme öğrenme çıktısına yönelik rehber bir öğretim materyali geliştirilmiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda öğrencilerin dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını anlamlandırılmalarını sağlayabilecek ve yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirebilecek etkinlikler hazırlanmıştır. Sonuç olarak bu çalışmanın, Purdue Modeli'ne dayalı öğretim materyallerinin matematik eğitime uygulanabilirliğini ve etkililiğini göstermesi açısından önemli bir örnek teşkil edeceği düşünülmektedir. Etkinlik geliştirme sürecinde, alan yazında yer alan örnek materyaller ve kavram yanlışlarına ilişkin çalışmalar dikkatle incelenmiştir. İncelenen materyaller

doğrultusunda geliştirilen etkinlikler, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini artırmayı ve yanlış anlamalarını en aza indirmeyi hedeflemektedir. Ayrıca çalışma kapsamında öğretmenlere rehberlik edebilecek uygulama yönergesi hazırlanmıştır. Bu sayede materyalin sınıf içi uygulanabilirliğini ve öğretmen kullanımını kolaylaştırılacağı düşünülmektedir.

Geliştirilen materyalde öğrencilerin sadece hacim formülünü ezberlemeleri değil, formülün ardındaki mantığı keşfetmeleri ve günlük yaşamla ilişkilendirmeleri önemsenmektedir. Bu nedenle, Purdue Modeli'nin yapısal özelliklerinin öğrencilerin bilişsel olarak aktif kalmasını, öğrenme sürecine anlam yüklemesini ve öğrendiklerini farklı bağlamlarda kullanabilmesini destekleyeceği düşünülmektedir. Böylece, öğrencilerin sadece akademik başarıları değil, aynı zamanda yaratıcı düşünme, problem çözme ve iş birliği yapma gibi becerilerinin de gelişebileceği öngörülmektedir.

Çalışmanın ilk aşamasında, öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirmek amacıyla geometrik cisimler, hacim kavramı ve hacim sembolü ile ilgili temel sorular hazırlanmıştır. Bu sorular sayesinde öğrencilerin daha önce öğrendikleri matematiksel kavramlar ile mevcut konu arasında zihinsel bağ kurmaları hedeflenmiştir. Ayrıca, bu bölümde öğrencilerin temel bilimsel becerileri (gözlem yapma, sınıflandırma, tahmin) kullanmaları amaçlanarak aktif katılım teşvik edilmiştir. İkinci aşamada ise öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilecek etkinliklerle öğrencilerin hacim bağıntısını deneyimlemeleri ve bu kavramı gerçek yaşam bağlamlarında uygulamaya koymaları sağlanacaktır. Geliştirilen etkinliklerin, öğrencilerin farklı boyutlardaki dikdörtgenler prizmalarının hacim hesaplamalarını yapmalarına, özgün problem çözme stratejileri geliştirmelerine, çoklu çözüm yolları üretmelerine ve problem çözme sürecinde mantıksal çıkarımlar yapmalarına olanak tanıyacağı düşünülmektedir. Modelin üçüncü aşamasında, öğrencilerin öğrendiklerini yaratıcı yollarla yeniden yapılandırmaları ve özgün ürün ya da fikirler ortaya koymaları amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, dikdörtgenler prizmasının hacmi konusuyla ilişkili 12 farklı proje konusu geliştirilmiş; bu projeler aracılığıyla öğrencilerin etno matematik, eko-matematik ve disiplinler arası bağlantı kurma becerileri desteklenmiştir. Proje konularının belirlenmesinde, günlük yaşamla ilişkilendirilebilirlik, öğrencilerin veri toplamasına fırsat sunması ve aktif katılımı teşvik edecek içerikler sunması gibi ölçütler göz önünde bulundurulmuştur.

4. ÖNERİLER

Matematik eğitiminde, hacim ve ölçme kavramlarının öğretimi öğrenciler için temel ancak çoğu zaman soyut bir konudur. Özellikle dikdörtgenler prizması gibi üç boyutlu geometrik cisimlerin hacminin anlaşılması, öğrencilere uzamsal düşünme becerilerini geliştirme ve günlük yaşamla

bağlantı kurma fırsatı sunmaktadır. Ancak, geleneksel öğretim yöntemleri çoğunlukla öğrencilere yüzeysel bilgi aktarmakta ve derinlemesine öğretimi desteklememektedir. Bu nedenle geliştirilen öğretim materyalinin, öğrencilerde kavramsal öğrenmeyi destekleyeceği ve öğrencilere aktif katılımı etkili bir öğrenme fırsatı sunacağı düşünülmektedir. Bu nedenle uygulayıcılara ve Purdue Modeline dayalı öğretim materyali geliştirecek araştırmacılara yönelik aşağıda çeşitli öneriler sunulmuştur.

- Zenginleştirme kavramı özel yetenekli öğrenciler için önemli bir süreç olmasına karşın tüm etkinliklerde de kısmi olarak başvurulabilecek bir yöntemdir. Bu nedenle matematik eğitiminde geliştirilecek etkinliklerde veya materyallerde mutlaka yer verilmelidir.
- Geliştirilen bu ders materyalinin geliştiriciler veya alan uzmanları tarafından ilk önce sınıflarda uygulanması önerilmektedir. Matematik öğretmenlerinin Purdue Modeline dayalı geliştirilmiş olan bu öğretim materyalini uygulamadan önce zenginleştirme süreç modelleriyle ilgili eğitim, konferans veya hizmet içi eğitim almaları sağlanmalıdır.
- Geliştirilen öğretim materyalinin sınıfta uygulanması ve öğrencilerin bu etkinlikteki sorulara ilişkin yanıtlarıyla ilgili çalışma yapılması önerilmektedir.
- İlköğretim matematik öğretmenlerinin geliştirilen bu materyalin uygulamasına yönelik görüşlerini almayı içeren bir çalışma yapılması önerilmektedir. Materyalin öğretim konusundaki etkililiği, öğretim sürecine olan katkısı gibi çeşitli bileşenleri dikkate alan bir çalışma yapılabilir.
- Geliştirilen bu materyalin, öğretmenlik uygulaması dersleri kapsamında farklı okullarda ve farklı bilişsel seviyedeki öğrenci gruplarına uygulanıp öğrencilerin bilişsel aktivitelerini ölçmeye yönelik bir çalışma yapılabilir.
- Geliştirilen öğretim materyalinin, öğrencilere uygulanması ve öğrencilerin işbirlikli problem çözme becerilerini ölçmeye yönelik çalışma yapılması önerilmektedir.
- Geliştirilen öğretim materyalinin, öğrencilerin akademik başarıları ile yaratıcı düşünme becerilerini değerlendirmeye yönelik bir uygulama yapılabilir.
- Geliştirilen bu öğretim materyalinin çoklu zekâ kuramı bağlamında incelenmesi ve öğrencilere uygulanması da önerilmektedir.
- Üç Aşamalı Zenginleştirme Modelinin 3. Aşaması olan proje aşamasına yönelik çalışmada; öğrencilerin özdenetim becerilerini geliştirmenin yanı sıra disiplinlerarası düşüncelerini teşvik eden, özgün kaynaklara ulaşmalarını ve planlama yeteneklerini arttıracak özgün proje örneklerine yer verilmiştir. Öğrencilerin geliştirdiği projelerin

daha ayrıntılı incelendiği çalışmalar yapılarak modelin proje bazındaki etkilerinin incelenmesi önerilmektedir.

- Öğrenciler tarafından geliştirilen proje çalışmalarının etkililiği, özgünlüğü ve yaratıcılığına ilişkin çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Aladağ, S. (2008). İlköğretim matematik öğretiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısına etkisi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (2), 157-170.
- Altıntaş, E. (2009). *Purdue Modeline dayalı matematik etkinliği ile öğretimin üstün yetenekli öğrencilerin başarılarına ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Alstad, E., Berre, M., & Nilsson, P. (2021). Exploring units-locating in enumerating units of 3d arrays: linking units-locating to units-representation. *Mathematics Education Research Journal*, 35(3), 583-605. <https://doi.org/10.1007/s13394-021-00405-7>
- Aydın Karaca, Ö. (2014). *8.sınıf öğrencilerin uzunluk, alan ve hacim ölçme kavramlarını anlamaya ilişkin yeterliliklerinin incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Battista, M. T., & Clements, D. H. (1996). Students' understanding of three-dimensional rectangular arrays of cubes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(3), 258- 292. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.27.3.0258>
- Bayezit, B. 2019. *Ortaokul 6. sınıf hacim konusunun öğretiminde teknoloji entegrasyonuna yönelik bir öğretim tasarımının geliştirilmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Çalışkan Karakulak, B. (2019). *Purdue Modeline dayalı olarak geliştirilen matematik etkinlikleri ile öğretimin öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve yaratıcı düşüncelerine etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Çepni, S., Gökdere, M., & Küçük, M. (2002). *Zihinsel alanda üstün yetenekli öğrencilere yönelik Purdue Modeline dayalı fen alanında örnek etkinlik geliştirme*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Dağlı, H. (2010). *İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin çevre, alan ve hacim konularına ilişkin kavram yanlışları* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Dane, A., Çetin, Ö. F., Bekdemir, M., Okur, M., Baş, F., Kanbolat, O., & Sağır M. Ö. (2012). İlk ve orta öğretim öğrencilerinin modeller yardımıyla dikdörtgenler prizması algıları. *The International Journal of Research in Teacher Education*, 3(1), 1-12.
- Feldhusen, J. & Kolloff, P. B. (1986). The Purdue Three-Stage Enrichment Model for Gifted Education at the Elementary Level. In J.S. Renzulli (Ed.) *System And Models For Developing Programs For The Gifted And Talented* (pp. 126-152). Mansfield Center, CT: Creative Learning Press. <https://gwern.net/doc/iq/high/smpy/1986-renzulli-systemsandmodelsforprogramsforgiftedtalented.pdf>
- Gökdağ, N. (2004). *İlköğretim 8. sınıf ve ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerinin alan ve hacim konularındaki kavram yanlışları* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Hıdıroğlu, Y. Ö., & Hıdıroğlu, Ç. N. (2016). Katı cisimler II (Koni, Primit, Küre). A. N. Elçi, E. Bukova Güzel, B. Cantürk Gülhan ve E. Ev Çimen (Eds.), *Temel Matematiksel Kavramlar ve Uygulamaları: Öğrenenler ve Öğretenler için içinde* (s.527-540). Pegem Akademi.
- Kandil, S., & Işıksal Bostan, M. (2016). Dikdörtgenler prizmasının hacmi: Prizma tasarımı etkinliği. *I. Matematik Öğretiminde Örnek Uygulamalar Konferansı*, 30-31 Ocak 2016, Ankara, Türkiye. <https://hdl.handle.net/11511/72887>
- Kurtuluş, A. (2016). Katı cisimler I (Prizma ve Silindir), A. N. Elçi, E. Bukova Güzel, B. Cantürk Gülhan ve E. Ev Çimen (Eds.), *Temel Matematiksel Kavramlar ve Uygulamaları: Öğrenenler ve Öğretenler için içinde* (s.515-525). Pegem Akademi.
- Kutlu, N. (2013). *İlkokul düzeyinde Purdue modeline göre müfredat zenginleştirmenin fen öğretimine etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Amasya Üniversitesi.
- Kutlu, N., & Gökdere, M. (2013). Proje tabanlı öğrenmeyi zenginleştirme: Üç Aşamalı Purdue Modeli. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 293-311.

- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], (2024a). Türkiye yüzyılı maarif modeli öğretim programları ortak metni. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <https://tymm.meb.gov.tr/ortak-metin> adresinden erişilmiştir.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], (2024b). Türkiye yüzyılı maarif modeli ortaokul matematik dersi öğretim programı (5,6,7 ve 8. Sınıflar). Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Moon, S. M., Feldhusen, J. F, Powley, S, Nidiffer, L. & Whitman, M. W. (1993). Secondary applications of the Purdue three stage model. *Gifted Child Today*, 16(3), 2- 9.
- Moon, S. M., Kolloff, P., Robinson, A., Dixon, F. and Feldhusen, J. F. (2009). The purdue three stage model. In J. S. Renzulli et.al (Eds). *Sytems & Models for Developing Programs for the Gifted & Talented*, 2nd. Ed. (pp: 289- 321), Mansfield Center, C.T.
- Okuyucu, Ü. (2019). *Ortaokul düzeyinde hacim kavramına giriş: somut materyal destekli bir öğretim örneği* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Anadolu Üniversitesi.
- Okuyucu, Ü., & Özdemir Erdoğan, E. (2021). Altıncı Sınıf Matematik Dersinde Materyal Destekli Bir Öğretim Ortamında Hacim Kavramına Giriş. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 8(2), 77-97. <https://doi.org/10.17278/ijesim.828659>
- Şener, N. (2016). *Fen öğretiminde purdue modeline dayalı geliştirilen rehber materyalin bazı değişkenler üzerine etkisi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Tan Şişman, G., & Aksu, M. (2009). Yedinci sınıf öğrencilerinin alan ve çevre konularındaki başarıları. *İlköğretim Online*, 8(1), 243-253.
- Tekin-Sitrava, R. & Işıksal-Bostan, M. (2014). An investigation into the performance, solution strategies, and difficulties in middle school students' calculation of the volume of a rectangular prism. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 1-27.
- Üçtepe, G. (2024). *Purdue modeline dayalı çevre etkinliklerinin öğrencilerin tasarım odaklı düşünme, yansıtıcı düşünme ve öz düzenleme becerilerine etkisinin incelenmesi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Zorlu, A. (2021). *Fen bilimleri alanının Üç Aşamalı Purdue Modeline göre etkinlik zenginleştirme çalışması* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Amasya Üniversitesi.
- Zorlu, A., & Gökdere, M. (2021). Üç Aşamalı Purdue Modeline göre fen alanında zenginleştirme çalışması: Sıvı basıncı. USBIK 2021 Çevrimiçi Uluslararası Fen Bilimleri Kongresi Tam Metin E-Kitabı (s. 127-137).

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİNE GÖRE HAZIRLANAN ORTAOKUL 6. SINIF MATEMATİK DERS KİTAPLARINDAKİ ETKİNLİKLERİN BİLİŞSEL İSTEM DÜZEYİNE GÖRE İNCELENMESİ

Yağmur ULUTAŞ

Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Efeler, Aydın

ORCID ID: 0009-0003-6134-0754

Prof. Dr. Esra ALTINTAŞ

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Education, Department of Mathematics Education, Efeler, Aydın.

ORCID ID: 0000-0003-3311-7179

Prof. Dr. Şükrü İLGÜN

Kafkas University, Dede Korkut Faculty of Education, Department of Mathematics Education, Kars, Turkey.

ORCID ID: 0000-0002-2842-2032

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) kapsamında ortaokul 6. sınıf matematik ders kitaplarındaki etkinliklerin bilişsel istem düzeyleri açısından incelenmesidir. Ders kitaplarındaki etkinliklerin bilişsel istem düzeylerine bakılması, öğrencilerden beklenen düşünme derinliğini ve öğrenme süreçlerinin niteliğini ortaya koyduğu için önemlidir. Böylece, etkinliklerin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini ne ölçüde desteklediği belirlenebilir. Etkinliklerin bu açıdan değerlendirilmesi, hem öğretim materyallerinin kalitesini ortaya koymakta hem de TYMM'nin hedeflediği öğrenci merkezli öğrenme anlayışının uygulamada ne ölçüde karşılık bulduğunu göstermektedir. Bu yönüyle araştırma, TYMM'nin hedeflediği anlamlı öğrenme ve öğrenci merkezli öğretim anlayışının sınıf ortamına yansıtılmasına yönelik önemli ipuçları sunmaktadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi kullanılmıştır. Veri toplama sürecinde, TYMM kapsamında hazırlanan 6. sınıf 1. Kitap ve 2. Kitap olmak üzere matematik ders kitaplarındaki etkinlikler “Etkinlik Analiz Rehberi” doğrultusunda incelenmiş ve betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Etkinlikler, düşük düzey bilişsel istemlerden (ezberleme, bağlantısız prosedürler) yüksek düzey bilişsel istemlere (bağlantılı prosedürler, matematik yapma) kadar farklı kategorilerde sınıflandırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, 6. sınıf matematik ders kitaplarında prosedürel etkinliklerin ağırlıkta olduğu belirlenmiştir. Birinci kitapta yer alan etkinliklerin çoğunluğunun bağlantısız prosedür düzeyinde, bir kısmının bağlantılı prosedür ve daha azının ezberleme düzeyinde olduğu görülmüştür. Bu kitapta matematik yapma düzeyinde herhangi bir etkinliğe rastlanmamıştır. İkinci kitapta ise etkinliklerin çoğunlukla bağlantılı prosedür düzeyinde olduğu, daha az sayıda matematik yapma düzeyinde etkinliğe yer verildiği belirlenmiştir. Bu kitapta ezberleme düzeyinde etkinlik bulunmamaktadır.

Genel olarak, her iki kitapta da prosedürel düzeyde etkinliklerin baskın olduğu, birinci kitapta bağlantısız prosedürlerin, ikinci kitapta ise bağlantılı prosedürlerin daha yoğun biçimde yer aldığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Bilişsel istem düzeyleri, matematik ders kitapları, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, Matematik eğitimi

**AN EXAMINATION OF THE COGNITIVE DEMAND LEVELS OF ACTIVITIES IN
6TH-GRADE MIDDLE SCHOOL MATHEMATICS TEXTBOOKS PREPARED
ACCORDING TO THE TÜRKİYE CENTURY EDUCATION MODEL
ABSTRACT**

The aim of this study is to examine the activities in 6th-grade mathematics textbooks within the scope of the *Century of Türkiye Education Model (TYEM)* in terms of cognitive demand levels. Investigating the cognitive demand levels of the activities in the textbooks is important because it reveals the depth of thinking expected from students and the quality of their learning processes. In this way, it can be determined to what extent the activities support students' higher-order thinking skills. Evaluating the activities from this perspective both reflects the quality of the instructional materials and shows to what extent the student-centered learning approach targeted by TYEM is realized in practice. In this respect, the study provides important insights into how the meaningful learning and student-centered teaching approach aimed by TYEM are reflected in the classroom environment. The study employed the document analysis method, one of the qualitative research approaches. During the data collection process, the activities in the 6th-grade mathematics textbooks (Book 1 and Book 2) prepared within the scope of TYEM were analyzed in line with the “Activity Analysis Guide” and examined using descriptive analysis. The activities were categorized according to different cognitive demand levels, ranging from low-level cognitive demands (memorization, non-connected procedures) to high-level cognitive demands (connected procedures, doing mathematics). According to the findings, it was determined that procedural activities were predominant in the 6th-grade mathematics textbooks. In Book 1, most of the activities were at the non-connected procedural level, some at the connected procedural level, and fewer at the memorization level. No activities were found at the doing mathematics level in this book.

In Book 2, most of the activities were at the connected procedural level, and a smaller number of activities were at the doing mathematics level. There were no activities at the memorization level in this book. Overall, it can be stated that procedural-level activities dominate in both books; non-connected procedures are more prevalent in Book 1, whereas connected procedures are more frequent in Book 2.

Keywords: Cognitive demand levels, mathematics textbooks, Century of Türkiye Education Model, mathematics education

1. GİRİŞ

Eğitim, bireyin zihinsel, fiziksel, duygusal ve sosyal yönlerden geliştirilmesi ya da belirli bir hedef doğrultusunda ona yeni bilgi, beceri ve davranışlar kazandırılması sürecidir (Akyüz, 2008). Eğitim ve öğretimi etkili bir şekilde sürdürebilmek için süreci şekillendirecek etkili öğelere ihtiyaç vardır. Bunlardan bazıları öğretmen ve öğretim materyalleri gibi öğelerdir (Gueudet vd., 2018). Bu süreçte en etkili öğelerden biri de ders kitaplarıdır. Ortaokullardaki matematik öğretmenlerinin çoğunun ders programlarının planını yaparken ve uygularken ders kitabından yararlandığı araştırmalarla gösterilmiştir (Thomson ve Fleming, 2004). Ders kitapları hangi konunun nasıl öğretilebileceğine ilişkin çerçeve oluşturur (Nicol ve Crespo, 2006). Bu yüzden nitelikli ders kitaplarına sahip olarak öğrencilerin öğrenmesi için imkân sunmak önemlidir (Basyal, Jones ve Thapa, 2022). Ülkeler eğitim programlarını planlarken amaçları, tercih ettikleri yaklaşım ve eğitim hedeflerinin yanı sıra toplumun gereksinimlerini ve öğrencilerin gelecekte başarılı olabilmesi için gerekli gördükleri bilgi ve becerileri dengeli bir biçimde sunmaktır. Belirlenen eğitim politikaları, toplumsal ihtiyaçlara yanıt verme, sunulan eğitim hizmetlerinin niteliğini artırma ve öğretmen, öğrenci ile veliler arasındaki etkileşimi güçlendirme hedefiyle eğitim sisteminde yenilikçi uygulamaları teşvik etmektedir (Kuzu, Kuzu ve Gelbal, 2019).

Literatüre bakıldığında, TYMM'nin genel çerçevesine yönelik değerlendirmeler yapıldığı (Karataş, 2024; Ülçay, 2024), modelin içeriği ve uygulanabilirliğine ilişkin analizler ile eğitimde müfredat yenileme ihtiyacını tartışan teorik çalışmalara yer verildiği görülmektedir (Akpınar ve Köksalan, 2024). Matematik dersi kapsamında yapılan çalışmalarda ise; TYMM doğrultusunda hazırlanan ilkokul matematik dersi öğretim programının incelendiği (Akçay, Göçer ve Kuzu, 2024), ortaokul matematik programının 21. yüzyıl becerileri açısından değerlendirildiği (Dağdeviren, 2024) ve geometrik nicelikler temasının önceki öğretim programlarıyla karşılaştırıldığı (Çıkar ve Sönmez, 2024) araştırmalara yer verildiği görülmektedir. TYMM kapsamında hazırlanan matematik ders kitapları, öğrencilerin matematiksel düşünme, problem çözme ve muhakeme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan yeni bir öğretim programının yansımasıdır (Milli eğitim Bakanlığı (MEB), 2024).

Ders kitaplarının sunduğu öğrenme imkanlarından birisi de etkinliklerdir. Öğrencilere sunulan matematik etkinlikleri, onların nasıl düşündüklerini ve ne kadar öğrendiklerini doğrudan etkileyen önemli unsurlardır (Stein, Grover ve Henningsen, 1996). Matematiksel

etkinlik, gündelik hayat problem ve durumlarını içeren, öğrencilerin matematiksel işlem ve kavramları hakkındaki düşüncelerini geliştirmeyi hedefleyen görevler olarak tanımlanmaktadır (Chapman, 2013). Bunun için matematik ders kitaplarındaki etkinliklerin öğrenciyi hangi seviyede aktif kıldığı gösterilmelidir. Öğrencilerin düşünme bakımından etkinliklerde ne ölçüde aktif olduklarını anlayabilmek için bu etkinliklerin bilişsel istem düzeylerinin belirlenmesi gereklidir (Engin, 2015). Stein ve Smith (1998) çalışmaları kapsamında, etkinliklerin bilişsel istem düzeylerini saptamaya yönelik *Etkinlik Analiz Rehberi*ni (The Task Analysis Guide) geliştirmişlerdir. Bu rehber, ilerleyen yıllarda Stein, Smith, Henningsen ve Silver'ın (2000) çalışmasıyla güncellenerek yeniden yapılandırılmıştır. Bilişsel istem düzeyi, öğrencilerin bir öğretim etkinliğini tamamlayabilmeleri için göstermeleri gereken düşünme biçimi ve düzeyini ifade eder. Araştırmada, ders kitaplarındaki etkinliklerin bilişsel istem düzeylerini belirlemek amacıyla dört aşamalı bir sınıflandırma modeli kullanılmıştır. Bu modele göre, ilk iki düzey olan “ezberleme görevleri (memorization tasks)” ve “bağılantısız prosedür görevleri (procedures without connection tasks)” düşük düzey istemleri, son iki düzey olan “bağılantılı prosedür görevleri (procedures with connection tasks)” ve “matematik yapma görevleri (doing mathematics tasks)” ise yüksek düzey istemleri temsil etmektedir (Stein, Smith, Henningsen ve Silver, 2000). Düşük düzey bilişsel istem gerektiren sorular, öğrencilere önceden belirlenmiş algoritmik işlemleri tekrar etme imkânı verirken; yüksek düzey sorular, öğrencilerin matematiksel fikirleri sorgulayıp derinlemesine anlamlandırmalarına olanak tanımaktadır. Bu modelde yüksek düzey istemlerin düşük düzey istemleri kapsadığı hiyerarşik bir yapı söz konusudur, yani matematik yapma görevleri bağılantılı yöntem görevlerini kapsarken, bağılantılı yöntem görevleri de bağılantısız yöntem görevlerini kapsar (Smith ve Stein 1998). Stein ve Lane (1996), birçok çözüm yoluna sahip, çoklu gösterime sahip, anlatımlar ve açıklamaları kapsayan yani üst düzey etkinliklerle ders gören öğrencilerin matematik başarılarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca öğrencinin problem çözme yeteneği ve matematiksel düşünmesinin daha iyi bir hale gelmesi isteniyorsa etkinliklerin yüksek seviyede olması gerekmektedir.

Bu çalışma, ders kitaplarındaki etkinliklerin düşük ve yüksek bilişsel istem düzeyleri açısından sınıflandırılmasını sağlayarak öğretmenlere rehberlik edecek, materyal geliştiricilere etkinliklerin niteliğini artırma fırsatı sunacak ve TYMM'nin matematik öğretimi açısından hedeflerine ne ölçüde ulaştığını değerlendirme imkânı sağlayacaktır.

Elde edilen bulgular, matematik eğitimi süreçlerini iyileştirme ve öğrencilerin daha üst düzey düşünme becerilerini geliştirme hedeflerine katkı sağlaması beklenmektedir. Bu durum,

öğrencilerin problem çözme ve matematiksel düşünme becerilerini hangi tür etkinliklerin daha iyi destekleyebileceğine dair önemli bir soruyu ortaya çıkarmakta ve buna cevap aramaktadır. Bunun için yeni uygulamaya konmuş olan TYMM 6. Sınıf ders kitaplarının bu beceri kapsamında incelenmesinin önem arz ettiği düşünülmektedir. Bu araştırmanın amacı, TYMM kapsamında ortaokul 6. sınıf matematik ders kitabındaki etkinliklerin bilişsel istem düzeyleri açısından incelenmesidir.

Matematik ders kitaplarındaki etkinliklerin incelenmesi, bu etkinliklerin doğasını belirleyebilir ve öğretim programlarının uygulamaları hakkında bir bakış açısı sağlayabilir (Özgeldi ve Esen, 2010). Estrella, Zakaryan, Olfos ve Espinoza (2020), öğretmenlerin ders yönetimi becerilerini artırabilmeleri için bilişsel istem düzeyleri konusunda farkındalık kazanmalarının ve ders planlarını hazırlarken bu unsura dikkat etmelerinin önemini vurgulamışlardır. Bununla birlikte, öğretmenlerin doğrudan yüksek bilişsel istem düzeyinde yer alan etkinliklere odaklanması sınıf içinde zaman yönetiminde tasarruf sağlayarak öğretim sürecini daha verimli bir hale dönüştürebilir. Ayrıca bu çalışma ileride yapılacak benzer analizler için bir referans kaynağı olacaktır. Reçber (2012) yaptığı bir çalışmada matematik ders kitaplarında bilişsel istem düzeyleri yüksek etkinliklerin mevcut olmasının öğrenci başarısında olumlu etkiler gösterebileceğini belirtmiştir. Dolayısıyla etkinliklerin bilişsel istem düzeylerinin incelenmesi önem arz etmektedir.

Bu bağlamda, araştırmanın problem cümlesi şu şekilde ifade edilebilir: TYMM kapsamında hazırlanan 6. sınıf matematik ders kitabında yer alan etkinliklerin bilişsel istem düzeyleri nelerdir?

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada, TYMM'ye göre hazırlanmış ve MEB tarafından 2025-2026 eğitim-öğretim yılında kullanılan ortaokul 6. Sınıf matematik ders kitaplarındaki (MEB, 2024a; MEB, 2024b) etkinlikler bilişsel istem düzeyleri açısından incelenmiştir. Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmada veriler doküman analizi yapılarak toplanmış olup çalışmada araştırmanın konusu ile ilgili yazılı öğelerin incelenmesi yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Doküman analizi yöntemi özellikle ders kitaplarının bilişsel istem düzeyleri açısından değerlendirilmesi için uygun bir yöntemdir. Bu yöntem ile ders kitabındaki etkinlikler incelenerek hangi bilişsel istem düzeyine uygun olduklarının tespit edilmesi hedeflenmiştir.

2.2. Veri Toplama Araçları

Çalışmada matematik etkinliklerinin bilişsel istem düzeylerini tespit etmek için geliştirilmiş Etkinlik Analiz Rehberi (Stein ve arkadaşları, 2000) kullanılmıştır. Bu rehber literatürde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Engin, 2015; Engin & Sezer, 2016; Jones & Tarr, 2007; Özgeldi ve Esen, 2010; Pepin & Haggarty, 2007; Sarpkaya, 2011). Araştırmanın hedefleri doğrultusunda uygun bir veri toplama aracı tercih edilmiştir. Çalışma kapsamında, 6. sınıf ortaokul matematik ders kitaplarındaki tüm etkinlikler analiz edilmiştir.

2.3. Verilerin Analizi

Etkinlikler, “Etkinlik Analizi Rehberi’nde” (Stein, Smith, Henningsen ve Silver, 2000) yer alan bilişsel istem düzeylerine göre kodlanmıştır. Bu düzeyler “ezberleme”, “bağılantısız prosedürler”, “bağılantılı prosedürler”, “matematik yapma” olarak dört kategoriden oluşmaktadır. Etkinlikler analiz edilirken var olan kodlardan hareketle düşük düzeylerden ezberleme ve bağılantısız prosedürler; yüksek düzey istemlerden bağılantılı prosedürler ve matematik yapma düzeyleri sırasıyla düşükten yükseğe betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Betimsel analiz, elde edilen verilerden anlamlı kavramlar ve ilişkiler çıkararak durumu açıklamayı amaçlar. Bu analiz türü dört temel aşamadan oluşmaktadır: betimsel analiz için uygun bir çerçeve belirleme, verilerin tematik çerçeveye göre işlenmesi, bulguların tanımlanması ve son olarak bulguların yorumlanması (Yıldırım & Şimşek, 2008). Analiz sürecinde, kodlamaların güvenilirliğini artırmak amacıyla bağımsız araştırmacılar tarafından uzman görüşü alınmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, TYMM kapsamında hazırlanan 6. sınıf matematik ders kitabı 1 ve ders kitabı 2’deki etkinliklerin bilişsel istem düzeylerine göre analiz edilmesi sonucunda elde edilen bulgular sunulmaktadır.

Tablo 1. 6. sınıf Kitap 1’deki etkinliklerin bilişsel istem düzeylerine göre dağılımı

Bilişsel İstem Düzeyi	Etkinlik Sayısı	%
Ezberleme	10	%11,5
Bağılantısız Prosedürler	36	%41,4
Bağılantılı Prosedürler	37	%42,5
Matematik Yapma	4	%4,6
Toplam	87	%100

6. sınıf Kitap 1’de toplam 87 etkinlik bulunmaktadır. Etkinliklerin en büyük kısmı (%42,5) bağılantılı prosedür (ör. Kitap 1, sf.49) düzeyindedir. Bu durum, kitabın öğrencilerin kavramsal ilişkiler kurmalarına ve anlamlı öğrenmeye olanak tanıyan etkinliklere yer verdiğini göstermektedir. Bağılantısız prosedür (ör. Kitap 2, sf.36) düzeyindeki etkinlikler ise %41,4

oranında olup, belirli işlem basamaklarının uygulanmasına dayalı etkinliklerin de önemli bir paya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ezberleme düzeyinde (ör. Kitap 1, sf.73) %11,5 oranında etkinlik bulunmakta, bu da doğrudan bilgi hatırlamaya yönelik etkinliklerin sınırlı kaldığını göstermektedir. Matematik yapma düzeyinde (ör. Kitap 2, sf.58) %4,6 oranında etkinlik yer almakta olup, bu durum kitabın üst düzey bilişsel süreçleri destekleme açısından sınırlı bir derinlik sunduğunu göstermektedir.

Tablo 2. 6. sınıf Kitap 2’deki etkinliklerin bilişsel istem düzeylerine göre dağılımı

Bilişsel İstem Düzeyi	Etkinlik Sayısı	%
Ezberleme	0	%0
Bağılantısız Prosedürler	12	%25,5
Bağılantılı Prosedürler	25	%53,2
Matematik Yapma	10	%21,3
Toplam	47	%100

Kitap 2’de toplam 47 etkinlik yer almaktadır. Bağılantılı prosedür düzeyindeki etkinlikler %53,2 ile en yüksek orana sahiptir. Matematik yapma düzeyindeki etkinlikler %21,3 oranındadır ve bu oran 6. sınıf düzeyinde öğrencilerin üst düzey bilişsel süreçlere yönlendirilmesine önemli katkı sağlamaktadır. Bağılantısız prosedürlerin oranı %25,5 olup belirgin bir paya sahiptir. Ezberleme düzeyinde ise etkinlik bulunmamaktadır.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Elde edilen bulgular, 6. sınıf matematik ders kitaplarındaki etkinliklerin büyük ölçüde prosedürel bilgiye dayalı olduğunu göstermektedir. Bağılantısız ve bağılantılı prosedürler etkinliklerin büyük bir kısmını oluştururken, matematik yapma düzeyindeki etkinliklerin az sayıda olması, öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini geliştirmesi açısından önemli bir eksiklik olarak değerlendirilmektedir. Eski müfredat ve ders kitapları incelendiğinde, benzer şekilde matematik etkinliklerinin büyük ölçüde bağılantılı prosedür düzeyinde kaldığı görülmektedir. Örneğin, Engin ve Sezer (2016) yaptığı çalışmada, matematik ders kitaplarında yüksek bilişsel istem düzeyine sahip etkinliklerin büyük ölçüde bağılantılı prosedürler kategorisinde yoğunlaşması ve matematik yapma düzeyindeki etkinliklerin sınırlı olması, öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini geliştirme sürecini olumsuz etkileyebilecek bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Bunun da öğrencilerin derinlemesine öğrenmelerini ve problem çözme becerilerini olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur. Aynı şekilde, Yükselen ve Kepceoğlu (2021) Avustralya, Singapur ve Türkiye’deki ortaokul matematik ders kitaplarında yer alan yüzdeler konusundaki soruların bilişsel istem düzeyleri incelendiğinde, genel olarak

düşük seviyede soruların ağırlıkta olduğu belirlenmiştir. Avustralya, Singapur ve Türkiye'nin ders kitaplarında da matematik yapma (doing mathematics) düzeyinde sorulara rastlanmamış, en fazla bağlantısız prosedürler (procedures without connections) düzeyindeki soruların yer aldığı tespit edilmiştir. Özellikle ezberleme ve bağlantısız prosedürler düzeyindeki soruların oranının yüksek olduğu, buna karşın üst düzey bilişsel istem gerektiren soruların oldukça sınırlı kaldığı gözlemlenmiştir. Soruların çözüm adımları açısından incelendiğinde, %83'ünün tek adımlı çözüm gerektirdiği, çok adımlı çözüm gerektiren soruların ise oldukça düşük oranda olduğu ortaya çıkmıştır. Singapur'un ders kitaplarının, diğer ülkelere kıyasla daha fazla çoklu çözüm adımı gerektiren ve yüksek bilişsel istem içeren sorulara yer verdiği belirlenmiştir. Genel olarak Türkiye'deki matematik ders kitaplarının bilişsel istem düzeyi açısından büyük ölçüde düşük seviyede kaldığı, bu durumun öğrencilerin üst düzey düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirme süreçlerini olumsuz etkileyebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Stein ve Smith (1998) tarafından geliştirilen bilişsel istem çerçevesine göre yüksek bilişsel istem düzeyine sahip etkinliklerin öğrencilerin matematiksel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirdiği bilinmektedir.

Araştırmanın sonuçlarına göre, 6. sınıf matematik ders kitabında yer alan etkinlikler büyük ölçüde prosedürel bilgiye sahiptir. Ezberleme düzeyindeki etkinliklerin oranı oldukça düşüken, bağlantılı prosedürler iki ders kitabında da en fazla yer kaplayan kategori olmuştur. Matematik yapma düzeyindeki etkinliklerin azlığı, öğrencilerin matematiksel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirme noktasında eksiklik yaratabilir.

5. ÖNERİLER

1. Matematik yapma düzeyinde etkinliklerin sayısı artırılmalı, öğrencilerin keşfetme ve sorgulama becerilerini destekleyen etkinlikler geliştirilmelidir.
2. Ders kitaplarında bağlantısız prosedürlerden çok bağlantılı prosedürlere ağırlık verilerek, öğrencilerin matematiksel kavramlar arasındaki ilişkileri anlamaları teşvik edilmelidir.
3. Öğretmenler, ders kitaplarını kullanırken ek materyaller ve farklı etkinlikler ile öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik çalışmalar yapmalıdır.
4. Matematik öğretim programlarının hazırlanması sürecinde, etkinliklerin bilişsel istem düzeyleri göz önünde bulundurulmalı ve öğrencilerin daha derin öğrenme deneyimleri yaşaması sağlanmalıdır.
5. Gelecekte yapılacak araştırmalarda, farklı sınıf düzeylerindeki matematik ders kitaplarının bilişsel istem düzeyleri incelenerek, karşılaştırmalı analizler gerçekleştirilmelidir.

Bu öneriler, matematik eğitiminin kalitesini artırmaya ve öğrencilerin daha üst düzey bilişsel beceriler geliştirmelerine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Akyüz, Y. (2008). Türk eğitim tarihi (13.Basım). Ankara: Pegem Akademi.
- Akpınar, B., Köksalan, B. (2024). Eğitimde Maarif ve Müfredat Yenileme İhtiyacı: Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Üzerinden Teorik bir Analiz. *Journal of History School*, 68, 27–48.
- Asker Dağdeviren, M. (2024). Güncellenen ortaokul matematik dersi öğretim programına 21. yüzyıl becerileri perspektifi ile bütünsel bir bakış (Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalı). Balıkesir, Türkiye.
- Basyal, D., Jones, D. L., Thapa, M. (2022). Cognitive demand of mathematics tasks in Nepali Middle School Mathematics Textbooks. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- Chapman, O. (2013). Mathematical-task knowledge for teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16, 1–6. <https://doi.org/10.1007/s10857-013-9234-7>
- Çıkar, M., Tural Sönmez, M. (2024). Geometrik nicelikler temasının 2018, 2005 ve 2024 yılı ortaokul matematik dersi öğretim programlarına göre karşılaştırılması, 10(2), 153–171.
- Engin, Ö. (2015). Türkiye 7. sınıf matematik ders kitabındaki etkinliklerin bilişsel istem düzeylerinin program ve farklı ülkelerle karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Engin, Ö., Sezer, R. (2016). 7. sınıf matematik ders kitabındaki ve programdaki etkinliklerin bilişsel istem düzeylerinin karşılaştırılması. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 7–19.
- Estrella, S., Zakaryan, D., Olfos, R., Espinoza, G. (2020). How teachers learn to maintain the cognitive demand of tasks through Lesson Study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 23(3), 293–310.
- Gueudet, G., Pein, B., Restrepo, A., Sabra, H., Trouche, L. (2018). E-textbooks and connectivity: proposing an analytical framework. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 539–558.
- Jones, D. L., Tarr, J. E. (2007). An examination of the levels of cognitive demand required by probability tasks in middle grades mathematics textbooks. *Statistics Education Research Journal*, 6(2), 4–27.
- Karataş, İ. H. (2024). Türkiye yüzyılı maarif modeli hakkında. *Alanyazın*, 5(1), 6–11.
- Kuzu, Y., Kuzu, O., Gelbal, S. (2019). TEOG ve LGS sistemlerinin öğrenci, öğretmen, veli ve öğretmen velilerin görüşleri açısından incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 112–130.
- MEB. (2023). K12 beceriler çerçevesi Türkiye bütüncül modeli. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB. (2024a). Öğretim programları ortak metin. <https://www.meb.gov.tr>
- MEB. (2024b). İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı. <https://www.meb.gov.tr>
- Nicol, C. C., Crespo, S. M. (2006). Learning to teach with mathematics textbooks: how preservice teachers interpret and use curriculum materials. *Educational Studies in Mathematics*, 62, 331–355.
- Özgeldi, M., Esen, Y. (2010). Analysis of mathematical tasks in Turkish elementary school mathematics textbooks. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2277–2281. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.322>
- Pepin, B. V., Haggarty, L. (2007). Making connections and seeking understanding: mathematical tasks in English, French and German textbooks. Paper presented at AERA.
- Reçber, H. (2012). Türkiye 8. sınıf matematik ders kitabındaki etkinliklerin bilişsel düzeylerinin programdakilerle ve ülkeler arası karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi.
- Sarpkaya, G. (2011). İlköğretim ikinci kademe cebir öğrenme alanı ile ilgili matematiksel görevlerin bilişsel istemler açısından incelenmesi: Matematik ders kitapları ve sınıf uygulamaları. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Smith, M. S., Stein, M. K., Arbaugh, F., Brown, C. A., Mossgröve, J. (2004). Characterizing the cognitive demands of mathematical tasks: a task sorting activity. In P. N. Rubenstein & G. W. Bright

- (Eds.), *Perspectives on the Teaching of Mathematics: Sixty-Sixth Yearbook* (pp. 45–72). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Stein, M., Smith, M., Henningsen, M., Silver, E. (2000). Implementing standards-based mathematics instructions: A casebook for professional development. New York: Teachers College.
- Stein, M., Lane, S. (1996). Instructional tasks and the development of student capacity to think and reason: An analysis of the relationship between teaching and learning in a reform mathematics project. *Educational Research and Evaluation*, 2(1), 50–80.
- Stein, M. K., Grover, B. W., Henningsen, M. (1996). Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: An analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *American Educational Research Journal*, 33(2), 455–488.
- Stein, M. K., Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(4), 268–275.
- Stein Task Analysis Guide (2000).
- Thomson, S., Fleming, N. (2004). Summing it up: Mathematics achievement in Australian schools in TIMSS 2002. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- Ülçay, O. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Değerlendirmesi. *Ulusal Eğitim, Toplum ve Dünya Dergisi*, 1(2), 70–75.
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2008). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (7. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2021). Sosyal bilimlerde nitel araştırma. Seçkin Yayınları.
- Yükselen, A., Kepceoğlu, İ. (2021). Türkiye, Singapur ve Avustralya ortaokul matematik ders kitaplarında yüzdeler konusundaki soruların bilişsel istem düzeylerinin ve çözüm adımlarının karşılaştırmalı analizi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 24*(46), 961–976. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.802743>

TÜRKİYE'DE KORUNMAYA MUHTAÇ ÇOCUKLARA İLİŞKİN İSTATİSTİKSEL VERİLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Arş. Gör. Amine Nur ARIKAN

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0001-6360-2357

Arş. Gör. Mehmet Emin ÇAY

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0009-0005-3850-4516

Öğr. Gör. Betül KAPKIN İÇEN

İnönü University, Vocational School of Health Services, Department of Child Care and Youth Services, Child Development Program, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0002-9077-6982

Doç. Dr. Osman Tayyar ÇELİK

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0003-3951-7261

Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0003-1784-4472

ÖZET

Aile içinde oluşan olumsuz süreçler ve çatışmalar çocuğun gelişiminde çocukların gelişimini olumsuz etkileyebilir ve bu durum, onların sosyal becerilerinin gelişimini engelleyebilir. Çocuğa yönelik ihmal ve istismarı devlet desteğiyle korunmaya ihtiyacı olan çocukların sağlıklı bir şekilde yetişebilmesi için hızlı önlemler alınmaktadır. Çocuğun duyarlı bakım çerçevesinde bakımın sağlanması için koruyucu aile ve evlat edinme uygulamalarının da artırılması gerekmektedir. Korunmaya muhtaç çocukların korunması ve aile desteği gibi temel ihtiyaçları da devlet desteği ile devam etmektedir. Kurum bakımında aile destekli uygulamaların içeriği ve niteliğinin de ve farklı bakış açısıyla bütünsel değerlendirilmesi önemlidir. Bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından yayımlanan Türkiye'deki korunmaya muhtaç çocuklara bunlar içerisinde koruyucu aile ve evlat edinme uygulamasına ilişkin verilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmadaki veriler TÜİK çocuk istatistikleri ve Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından yayımlanan 2024 yılı raporundan elde edilmiştir. Çalışmadaki veriler 2020-2024 yıllarına ait olarak düzenlenmiştir. Çalışma, nitel araştırma yöntemi olan doküman analizi tekniği yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında; Türkiye'de 2020-2024 yılları arasında kuruluş bakımında bulunan çocuk sayısı azalmış ve aile yanında destek verilen çocuk artmış, ayrıca Çocuk Evleri sayısı da azalmış olup Çocuk Evleri Sitesi artmış ve özel gereksinimli çocuklar için de İhtisaslaştırılmış Çocuk Evleri Sitesi (İÇES)'deki bakım hizmeti artmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara

göre; koruyucu aile ve evlat edinme uygulamaların niteliğinin ve desteklerinin artırılması ve bu uygulamaları kitle iletişim araçlarıyla farkındalığının daha çok işlevsel olarak devam edilmesi önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Evlat edinme, korunmaya muhtaç çocuk, koruyucu aile, kurum bakımı

A COMPARISON OF STATISTICAL DATA ON CHILDREN IN NEED OF PROTECTION IN TÜRKİYE

ABSTRACT

Negative processes and conflicts within the family can have a negative impact on children's development and this can hinder the development of their social skills. Rapid measures are taken to prevent neglect and abuse against children with the support of the state so that children in need of protection can grow up in a healthy way. Foster care and adoption practices should also be increased to ensure that the child is cared for within the framework of responsive care. The basic needs of children in need of protection, such as protection and family support, continue with state support. It is important to holistically evaluate the content and quality of family-supported practices in institutional care from different perspectives. This study aims to analyze the data published by the Turkish Statistical Institute (TÜİK) and the Ministry of Family and Social Services on children in need of protection in Türkiye, including foster care and adoption practices. The data in the study were obtained from TÜİK child statistics and the 2024 report published by the Ministry of Family and Social Services. The data in the study are organized for the years 2020-2024. The study was conducted using document analysis technique, which is a qualitative research method. Looking at the results obtained; the number of children in institutional care in Türkiye between 2020-2024 decreased and the number of children supported by their families increased, the number of Children's Homes decreased, the number of Children's Home Sites increased, and the care services in Specialized Children's Home Sites (İÇES) for children with special needs increased. According to the results obtained from the study; it can be recommended to increase the quality and support of foster family and adoption practices and to continue to raise awareness of these practices more functionally through mass media.

Keywords: Adoption, child in need of protection, foster family, institutional care

1. GİRİŞ

Aile; çocuğun fiziksel, dil, motor, bilişsel, sosyal duygusal ve psikolojik gelişiminde vazgeçilmez bir rol oynamaktadır (Cox & Paley, 1997). Çocuğun gelişiminde etkileşimli zaman ve oyun gibi süreçlerin olduğu ilk sosyalleştiği ortam olan ailenin desteğinin ilk yaşlarda

özellikle kritik dönemlere göre önemli olduğu vurgulanmaktadır (Kuru & Köksalan, 2016). Aile içindeki ebeveyn-çocuk, ebeveyn-ebeveyn arasında oluşan olumlu ilişkiler, çocuğun gelişimini olumlu yönde etkilediği ve aile kavramının somutlaşarak etkiletişim, iletişim ve bağlanma güçlenmektedir (Acar ve ark., 2015). Aile içinde oluşan olumsuz süreçler ve çatışmalar çocuğun gelişiminde çocukların gelişimini olumsuz etkileyebilir ve bu durum, onların sosyal becerilerinin gelişimini engelleyebilir. Aile içindeki huzursuzluk, çocukların duygusal sağlığını da tehdit edebilir. Aile içinde çocuğun olumsuz etkilenmesi çocuğu dezavantajlı bir duruma düşürüp bu olumsuz süreçler ihmal istismar, şiddet ve suç davranışlarını da beraberinde getirebilir (Acar ve ark., 2015). Aile içinde çocuğa yönelik ihmal ve istismar, çocuğun gelişimi ve psikolojik sağlamlık düzeyini tehdit eden en temel faktörlerden birisi olarak yer almaktadır (Ünal, 2008). Çocuğa yönelik ihmal ve istismarı devlet desteğiyle korunmaya ihtiyacı olan çocukların sağlıklı bir şekilde yetişebilmesi için hızlı önlemler alınmaktadır. İhmal ve istismar çocukları üzerinde sosyal duygusal psikolojik etkileri olup gelecekteki yaşantılarını da bu doğrultuda olumsuz etkilemektedir (Baskak, 2023). Korunmaya muhtaç çocuklar devlet desteğiyle kurum temelli ya da aile merkezli uygulamalarla korunmakta ve ihtiyaçları sağlanmaktadır. Bu destek, çocukların güvenli bir ortamda büyümelerini ve sağlıklı bir gelişim süreci geçirmelerini temin etmek için büyük öneme sahiptir (Gedik, 2024). Koruyucu aile kavramı; çocuğun ailesi yanında kalması yönündeki yapılan destekleme süreçlerinin olumsuz olması ailesi yanında korunup bakımı sağlanamamasında devlet desteğiyle koruma altına alınıp farklı bir aile yanında bakım sağlanması şeklinde ele alınmaktadır (Wulleman ve ark., 2024). Evlat edinme de ise evlat edinen ebeveynler çocuğu istisnai durumlar dışında kalıcı olarak çocuğu olarak edinip yasal vasisi olarak devam etmektedir (Karataş, 2007). Koruyucu aile öncesinde olumsuz deneyim yaşamış çocuklar için bağlanma, sosyal duygusal gelişim gibi alanlarda daha önemlidir. Çocukla kurulan etkili iletişim ve güvenli bağlanmanın evlat edinen ve koruyucu aileler için dikkat etmesi gereken unsurlar arasındadır (Nelson & Colaner, 2020). Çocuğun duyarlı bakım çerçevesinde bakımın sağlanması için koruyucu aile ve evlat edinme uygulamalarının da artırılması gerekebilir. Türkiye’de bu doğrultuda koruyucu aile ve evlat edinme uygulamalarının farkındalığının artırılması amacıyla 30 Haziran, Koruyucu Aile Günü olarak ilan edilmiştir (Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2024). Aynı zamanda UNICEF ve AB desteğiyle “Türkiye’de Koruyucu Aile Sisteminin Güçlendirilmesi” adlı 36 aylık bir proje başlamıştır (Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2024). Ancak bu gibi farkındalıkları çoğaltarak destek veren ebeveyn sayısını artırıp

çocuklara uygun duyarlı bakımı sağlayabilmek için destek ve bilinçlendirme çalışmalarının artırılması önemlidir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2025), raporunda, Türkiye’ de 2024 yılı sonunda, 21.817.61 ile genel nüfusun %25,5’inin çocuk nüfusa ait olduğu açıklanmıştır. Türkiye nüfusunun genel bir kısmını alan 0-18 yaş grubu gelecek için önemli bir değere sahiptir. Çocuk grubunun ihtiyaç ve istekleri karşılanması bu nedenle çok önemlidir. Korunmaya muhtaç çocukların korunması ve aile desteği gibi temel ihtiyaçları da devlet desteği ile devam etmektedir. Kurum bakımında aile destekli uygulamaların içeriği ve niteliğinin de ve farklı bakış açısıyla bütünsel değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından yayımlanan Türkiye’deki korunmaya muhtaç çocuklara bunlar içerisinde koruyucu aile ve evlat edinme uygulamasına ilişkin verilerin incelenmesi amaçlanmıştır.

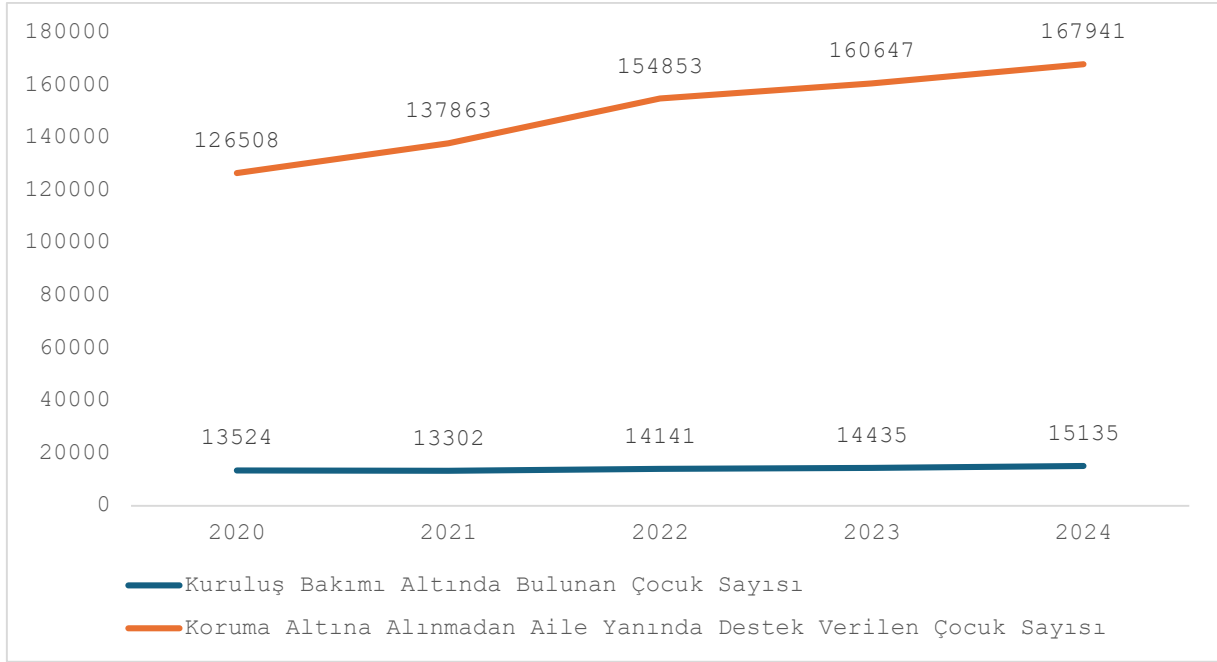
2. YÖNTEM

Bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2025) ve Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı (2024), tarafından yayımlanan Türkiye’deki korunmaya muhtaç çocuklara bunlar içerisinde koruyucu aile ve evlat edinme uygulamasına ilişkin verilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda veriler 2020-2024 yılları arasına yönelik TÜİK ve Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından yayınlanan rapordan elde edilmiştir. Bu çalışma nitel araştırma yöntemi olarak tasarlanmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi tekniği uygun olarak yapılmıştır. TÜİK ve Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı verilerinin incelenmesinde, doküman analizi tekniği kullanılmıştır. Doküman analizi, araştırma konusuna dâhil olan ilgili dokümanlar incelenmektedir (Yıldırım & Simsek, 1999). Ulaşılan verilerin incelenmesinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. İçerik analizinde, ilgili veriler kategorilerine göre ayrılmış ve kodlanmıştır (Merriam, 2015). Kodlanan verilerin analiz edilmesinde frekans ve yüzde değerlerinden yararlanılmıştır. Yüzde ve frekanslara yönelik grafiklerle sunulmuştur.

3. BULGULAR

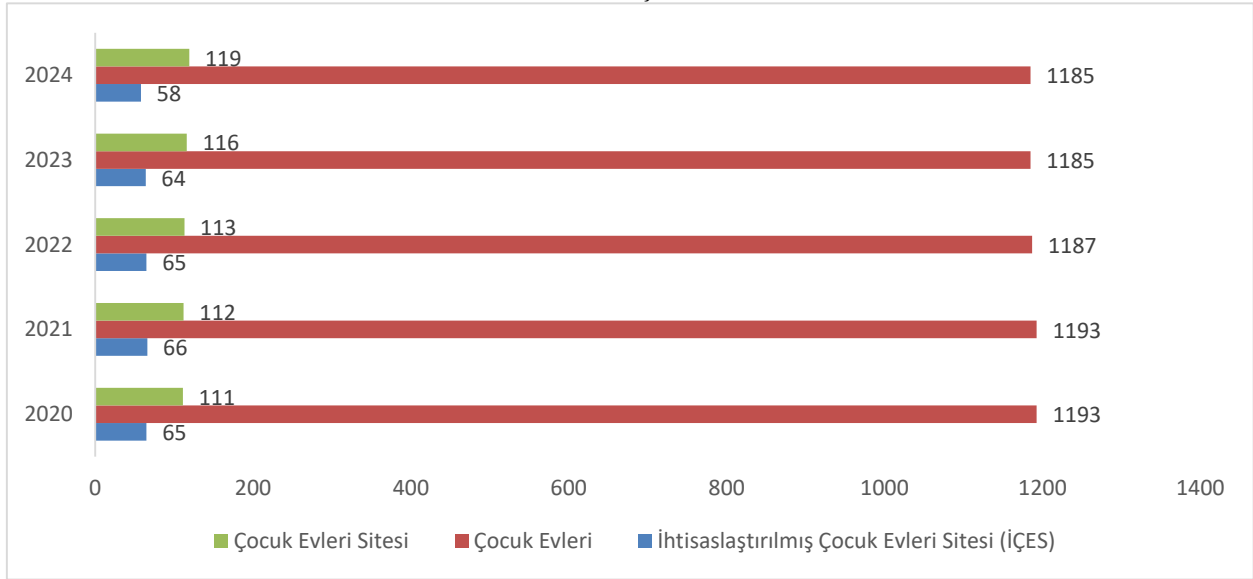
Bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından yayımlanan Türkiye’deki korunmaya muhtaç çocuklar, koruyucu aile ve evlat edinme uygulamasına ilişkin verilere yönelik bulgular incelenmiştir.

Şekil 1. 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de kuruluş bakımında bulunan ve aile yanında destek verilen çocuk verileri



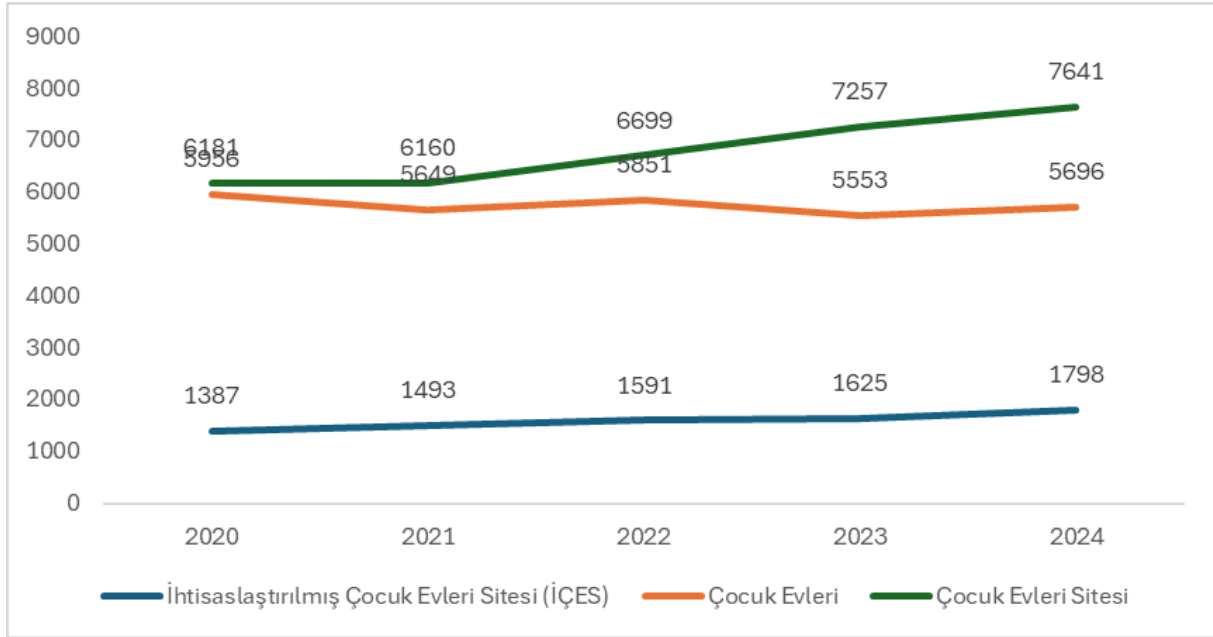
Şekil 1.’de 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de Kuruluş bakımında bulunan ve aile yanında destek verilen çocuk sayıları incelenmiştir. 2020 ve 2024 yılları arasında, Türkiye’de kurum bakımına yerleştirilen çocuk sayısı 2020 yılından 2024 yılına kadar %11,9 oranında arttığı görülmüştür. Benzer şekilde koruma altına alınmadan aile yanında destek verilen çocuk sayısı da belirli oranda artmıştır. 2020-2024 yılları arasında koruma altına alınmadan aile yanında destek verilen çocuk sayısı %32,7 gibi büyük bir oranda arttığı tespit edilmiştir. Ancak bu artış kuruluş bakımındaki çocuk sayısı aile yanında destek verilen çocuk sayısından daha düşük düzeyde devam etmiştir. 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de kuruluş bakımındaki çocuk sayısının azaldığı aile yanında destek hizmetinin arttığı görülmüştür. Kurum bakımı bakım sağlayamayan ailelerin çocukları için iyi olsa karmaşık bir kurumsal yapı içerisine girmektedir (Barroso ve ark., 2018). Kuruluş bakımındaki çocuklarda genellikle az personel olması yetersiz bakıcı-çocuk etkileşimleri görülmektedir (Van IJendoorn ve ark., 2011). Kuruluş bakımındaki çocuklar kısıtlı şartlar nedeniyle sosyal, davranışsal ve bilişsel alanlarda bağlanma bozuklukları ve gelişimsel gecikmeler açısından zarar görme riski altında olabilmektedir (Johnson ve ark., 2006). Çocukların birincil çevresi olan ailesinin yanında kalması ve aileye destek hizmeti sağlanması çocuğun gelişimi için önemlidir.

Şekil 2. 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de koruma ve bakım altındaki çocuklara yönelik bakım kuruluş verileri

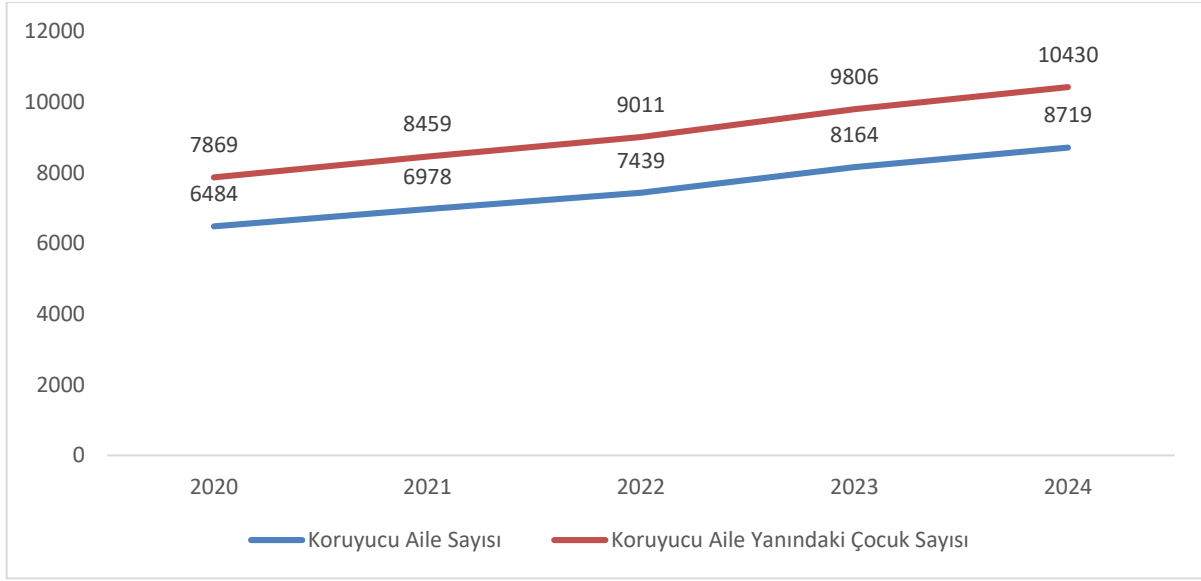


Şekil 2.’de 2020–2024 yılları arasında Türkiye’de İhtisaslaştırılmış Çocuk Evleri Sitesi (İÇES) sayısı 65’ten 58’e düşerek yaklaşık %11 oranında azaldığı görülmüştür. Çocuk Evleri sayısı 1193’ten 1185 gibi çok düşük bir oranda azalmıştır. Çocuk Evleri Sitesi sayısı 111’den 119’a yükselmiş ve %7,2 oranında artış göstermiştir. 2020–2024 yılları arasında Türkiye’de koruma ve bakım altındaki çocuklara yönelik Çocuk Evleri azalmış Çocuk Evleri Sitesi daha da artmıştır. Çocuk Evleri daha kurumsal bir yapıya sahip olsa da Çocuk Evleri Sitesi daha merkezi, düzenli ve sistematik olarak tasarlanması çok boyutlu ele alınması daha işlevsel olmasını sağlamıştır. Dünyada da koruma ve bakım altındaki çocuklara yönelik kurum bakımı aile bakımına göre dezavantajlı yönleri bulunsa da , özellikle alternatif bakım sistemlerinin henüz tam olarak geliştirilmemesi daha merkezi sistemlerin devamlılığını sağlamaktadır (Huynh, 2014).

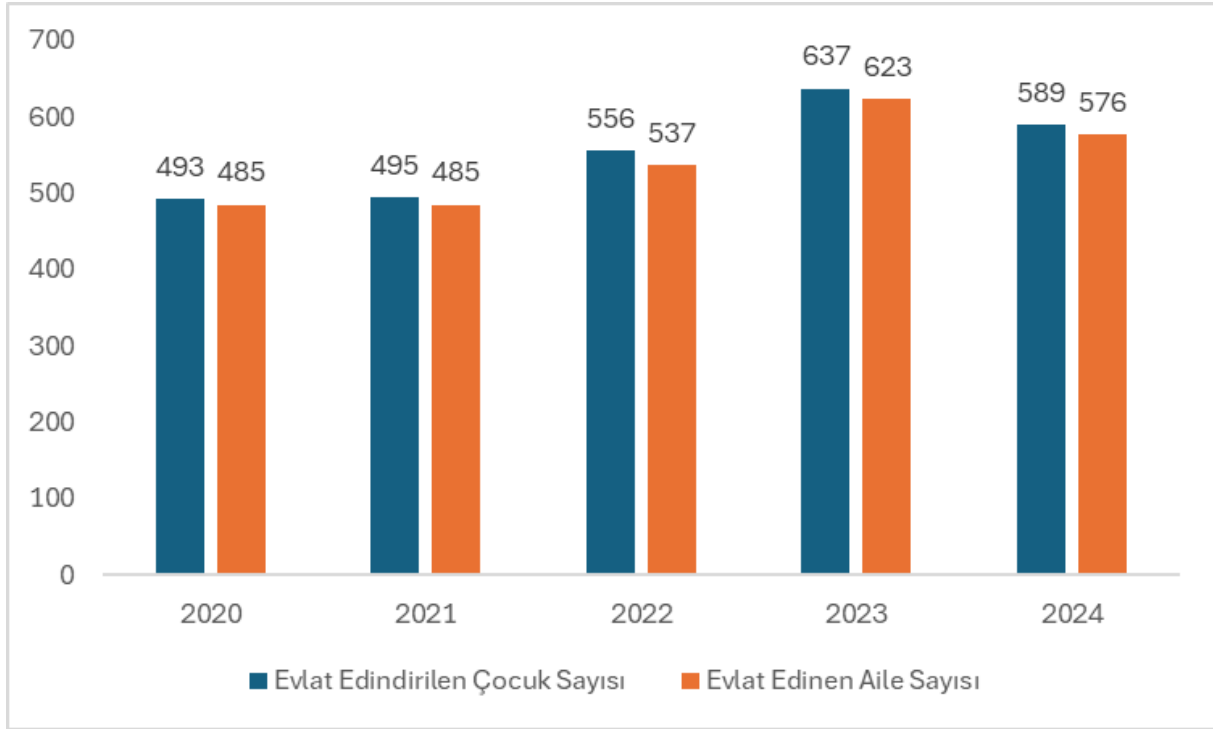
Şekil 3. 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de koruma ve bakım altındaki çocuklara yönelik bakım kuruluşlarında fiilen bakılan çocuk verileri



Şekil 3.’te 2020–2024 yılları arasında Türkiye’de koruma ve bakım altındaki çocukların fiilen kaldığı kurumlara ilişkin bulgular verilmiştir. İhtisaslaştırılmış Çocuk Evleri Sitesi (İÇES) bünyesinde bakılan çocuk sayısı 2020 yılında 1.387’den süreçte %30 artarak 2024 yılında 1.798’e yükselmiştir. Çocuk Evleri’nde kalan çocuk sayısı ise 2021 ve 2023 yılında düşmüş olsa da 2024 yılında tekrar artış göstermiştir. Çocuk Evleri’nde en çok çocuk sayısı 5956 ile 2020 yılında kaydedilmiştir. Çocuk Evleri Sitesi’nde kalan çocuk sayısı 2021’de düşüş göstermiş olsa da 2024 yılına kadar 7641 olup 2020-2024 yılları arasında yaklaşık %24 oranında sayısı artmıştır. 2020–2024 yılları arasında Türkiye’de koruma ve bakım altındaki çocuklara yönelik bakım kuruluşlarında fiilen bakılan çocuk sayısı özellikle özel gereksinimli çocukların yaşadığı İhtisaslaştırılmış Çocuk Evleri Sitesi (İÇES) büyük oranda bir artış görülmüştür. Özel gereksinimli çocuklara sahip ailelerin çocuk bakımında daha çok zorlanması ve bu çocukların daha çok ihmal ve istismara maruz kalması bu artışın nedeni olabilir. Özel gereksinimli çocuklarda kurum bakımına yönelik çalışmalar geliştirilerek ailelerin desteklenmesi ve çocukların daha güvenli bir ortamda büyütülmesi sağlanması gerekmektedir (Elmacı, 2022).

Şekil 4. 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de koruyucu aile hizmetlerine yönelik veriler

Şekil 4.’te 2020–2024 yılları arasında Türkiye’de koruyucu aile hizmetlerine yönelik veriler incelenmiştir. Bu veriler doğrultusunda 2020 yılında 6.484 olan koruyucu aile sayısı yaklaşık %34,4 artarak 2024 yılında 8.719’a yükselmiştir. Benzer şekilde koruyucu aile yanında bakımı sağlanan çocuk sayısı da 2020’de 7.869’dan %32,6 artarak 2024’te 10.430’a çıkmıştır. Türkiye’de günümüzde kurum merkezli destekten daha çok aile merkezli destekleme çalışmalarına öncelik verildiğini ortaya koymuştur. 2020–2024 yılları arasında Türkiye’de koruyucu aile ve evlat edinmede aile ve çocuk sayısı büyük oranda artış göstermiştir. Koruyucu aile ve evlat edinme uygulamaları çocuğun aile ortamında daha çok vakit geçirmesini ve bağlanmanın sağlanması için önemlidir. Kurum bakımı yerine koruyucu aile ve evlat edinme uygulamaları daha çok teşvik edilmektedir. Koruyucu aile hayatı ve bakımı küçük çocukların sağlığını, iyi oluşunu ve aidiyet duygusunu da desteklemektedir (Levander, 2025).

Şekil 5. 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de evlat edinmeye hizmetlerine yönelik veriler

Şekil 5.’te 2020–2024 yılları arasında Türkiye’de evlat edinme hizmetlerine dair veriler incelenmiştir. Evlat edindirilen çocuk sayısı 2020-2023 yılları arasında %29,2 oranında artış göstermiş olup 2023 yılında 637’ye yükselmiştir. Ancak 2024 yılında bu sayı 589’a düşmüştür. Benzer şekilde, 2020 yılında evlat edinen aile sayısı 485’ten 2023 yılında 623 olarak artış göstermiş 2024 yılında düşüş meydana gelmiştir. Türkiye’de korunmaya muhtaç çocuklarla ilgili kurum bakımı, hem normal gelişim gösteren hem de özel gereksinimli çocuklar için merkezileştirmeye, daha düzenli ve sistematik hale getirilmeye odaklanılmıştır. Ayrıca kurum bakımın yanında koruyucu aile ve evlat edinme uygulamalarını da artırmaya öncelik verilmiştir. Bu şekilde çocukların aile temelli ortamlarda büyümelerini sağlamıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan Türkiye’deki koruyucu aile ve evlat edinme uygulamasına ilişkin verilerin incelenmesi sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir: 2020-2024 yılları arasında

- Türkiye’de kuruluş bakımında bulunan çocuk sayısı azalmış ve aile yanında destek verilen çocuk artmıştır. Bu durum da kurum bakımı yerine aileye aile temelli çocuk koruma stratejilerine yönelik desteklemelere odaklanılmıştır.
- Çocuk koruma hizmetleri kapsamında kullanılan kurumsal bakım modellerinde; İhtisaslaştırılmış Çocuk Evleri Sitesi (İÇES) özel gereksinimli çocuklara yönelik

hizmetlerin merkezileştirilmesi ya da farklı modern modellerin getirilmesi kaynaklı azaldığı görülmüştür. Çocuk Evleri sayısı da azalmış olup Çocuk Evleri Sitesi artış ise; çocuklara yönelik bakım hizmetlerinin birleştirilmesi ve daha sistemli, denetlenebilir bir yapıya dönüştürülmesini ortaya koymuştur.

- Çocuk Evleri Sitesi (İÇES) bünyesinde bakılan çocuk sayısı özel gereksinimli çocuklara yönelik profesyonel bakım hizmetinde artış göstermiştir. Çocuk Evleri Sitesi'nde kalan çocuk sayısı yeni sistem olup ev tipi bakımın daha büyük ölçekli sitelerde temelli devam etmesiyle arttığı görülmüştür.
- Koruyucu aile ve ailelerin yanında bakım gören çocuk sayısında düzenli ve anlamlı bir artış görülmüştür. Son yıllarda Türkiye'de aile odaklı çocuk koruma hizmetlerinin güçlendirilmekte olduğunu ve kurumsal bakım yerine çocukların aile temelli ortamlarda yetiştirilmesinin giderek daha çok tercih edildiğini düşünülmüştür.
- Evlat edinen aile sayısı ve evlat edinilen çocuk sayısı genel olarak artış eğilimi içerisinde. Bu verilerle Türkiye'de çocukların kalıcı aile ortamlarında yetiştirilmelerini destekleyen evlat edinme uygulamalarının giderek yaygınlaştığını ve toplumda bu modele yönelik ilginin arttığını göstermiştir.

Bu doğrultuda öneriler aşağıdaki şekildedir:

- Özel gereksinimli çocuklar için bireyselleştirilmiş bakım planları, eğitim ve terapi hizmetleri yaygınlaştırılarak bakım verenlere uzman desteği sağlanabilir.
- Evlat edinme aile temelli uygulamaların niteliğinin artırılması için daha sistematik ve daha düzenli hale getirilmesi sağlanabilir.
- Koruyucu aile, evlat edinme süreçleri hakkında kitle iletişim kampanyaları, medya desteği ve sivil toplum iş birlikleri ile kamuoyu bilgilendirilebilir ve koruyucu aile ve evlat edinme sayıları artırılabilir.

REFERANS

- Acar, G., Demir, A., Görmez, D., & Keser, İ. (2015). Aile ve çocuk suçluluğu ilişkisi. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*.
- Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2024). *2024 Yılı Faaliyet Raporu*. Retrieved from https://www.aile.gov.tr/media/197323/faaliyet-raporu-2024_son_28-02-2025.pdf
- Barroso, P. O., Pedrosa, J. d. S., & Cruz, E. J. S. d. (2018). Redes de apoio social de famílias com crianças acolhidas institucionalmente: estudo de caso múltiplo. *Pensando famílias*, 22(2), 219-234.
- Baskak, İ. (2023). Çocuğa yönelik duygusal istismar. *Uluslararası Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 61-72.
- Cox, M. J., & Paley, B. (1997). Families as systems. *Annual review of psychology*, 48(1), 243-267.
- Elmacı, D. (2022). Türkiye'de özel eğitim alanında korunmaya ihtiyacı olan çocuklar. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(2), 409-429.

- Gedik, Ş. (2024). Aile Birliğine Bir Müdahale Biçimi Olarak Çocuğun Devlet Koruması Altına Alınmasının İslâm Hukuku Açısından Değerlendirilmesi. *İslam Hukuku Araştırmaları Dergisi*(43), 269-302.
- Huynh, H. V. (2014). New directions in orphan and vulnerable children policy and research: A focus on supporting “suitable” institutions when placement is “necessary” for a child. *American Journal of Orthopsychiatry*, 84(4), 387.
- Johnson, R., Browne, K., & Hamilton-Giachritsis, C. (2006). Young children in institutional care at risk of harm. *Trauma, Violence, & Abuse*, 7(1), 34-60.
- Karataş, K. (2007). Türkiye’de çocuk koruma sistemi ve koruyucu aile uygulamaları üzerine bir değerlendirme. *Toplum ve sosyal Hizmet*, 18(2), 7-20.
- Kuru, O., & Köksalan, B. (2016). 9 Yaş Çocuklarının Psiko-Motor Gelişimlerinde Oyunun Etkisi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 1(2), 37-47.
- Levander, U. (2025). Stories With Blurred Contours: Family Displays of Foster Families and Young Children in Out-of-Home Care. *Child & Family Social Work*, 30(3), 265-273.
- Merriam, S. B. (2015). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber*. Nobel.
- Nelson, L. R., & Colaner, C. W. (2020). Fostering “Family”: Communication Orientations in the foster parent-child relationship. *Western Journal of Communication*, 84(4), 476-498.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2025). *İstatistiklerle Çocuk, 2024*. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=İstatistiklerle-Cocuk-2024-54197>
- Ünal, F. (2008). Ailede çocuk istismarı ve ihmali. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*(1), 9-18.
- Van IJzendoorn, M. H., Palacios, J., Sonuga-Barke, E. J., Gunnar, M. R., Vorria, P., McCall, R. B., Le Mare, L., Bakermans-Kranenburg, M. J., Dobrova-Krol, N. A., & Juffer, F. (2011). I. Children in institutional care: Delayed development and resilience. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 76(4), 8-30.
- Wulleman, L., Grietens, H., Noens, I., & Vliegen, N. (2024). Be (com) ing Family: A Systematic Review of Stakeholders' Perspectives on Family in Family Foster Care. *Child & Family Social Work*.
- Yıldırım, A., & Simsek, H. (1999). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (11 baskı: 1999-2018).

GÖRSEL MOTOR BECERİLER ÜZERİNE TÜRKİYE’DE YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ

Arş. Gör. Mehmet Emin ÇAY

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0009-0005-3850-4516

Öğr. Gör. Betül KAPKIN İÇEN

İnönü University, Vocational School of Health Services, Department of Child Care and Youth Services, Child Development Program, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0002-9077-6982

Arş. Gör. Amine Nur ARIKAN

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0001-6360-2357

Doç. Dr. Osman Tayyar ÇELİK

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0003-3951-7261

Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM

İnönü University, Faculty of Health Sciences, Department of Child Development, 44000 Central Campus, Malatya

ORCID ID: 0000-0003-1784-4472

ÖZET

Erken çocukluk dönemi bireyin hayatının temellerinin atıldığı kritik bir dönemdir. Bu süreçte çocukların çevresel uyaranları algılayarak uygun motor hareketlere dönüştürmesi becerisi olan görsel motor beceriler; öğrenme ve dikkat süreçlerinin değerlendirilmesinde önemli bir faktördür. Görsel motor bütünleme becerisine sahip okul öncesi çocukların görsel algı, dikkat, hafıza ve yürütücü işlev gibi bilişsel gelişim alanlarıyla ilişkili olduğu gibi son dönemlerde konu üzerine eğilim diğer gelişim alanları ile ilişkisinin incelenmesi üzerinedir. Dolayısıyla çocukların gelişim alanlarıyla doğrudan ilişkili olduğu düşünülerek erken dönemde çocukların değerlendirilmesi, gelişimsel açıdan risk potansiyellerinin belirlenmesi, bireysel farklılıklarına uygun olarak müdahale programlarının hazırlanması ve çocukların bireysel farklılıklarının değerlendirilmesi sağlanmaktadır. Bu araştırmanın amacı, Türkiye’de görsel motor beceriler üzerine yapılmış lisansüstü tezlerin sistematik olarak incelenmesi, alanda var olan eğilimin belirlenmesi ve alanda var olan mevcut eğilimlerin yöntemsel yaklaşımlarının ve araştırma konularının ortaya konulmasıdır. Çalışmanın veri tabanını Ulusal Tez Merkezi (YÖKTEZ) tarafından sağlanmıştır ve doğrudan görsel motor becerilerle ilişkisi olan açık erişime sahip tezlerden oluşmaktadır. 1988-2025 yılları arasında yayımlanmış 20 lisansüstü tez veri tabanını oluşturmaktadır. Veriler araştırmacılar tarafından hazırlanan tez inceleme formu ile toplanmış ve betimsel olarak çözümlenmiştir. Sonuç olarak Türkiye’de görsel motor becerilere ilişkin çalışmalar artmakta olduğu, kültüre özgü araçların geliştirilmesine dair gereksinim duyulduğu

ve son olarak daha çok sağlık bilimleri enstitüsünde hem normal gelişim gösteren hem de özel gereksinimli bireylere yönelik çalışmalar yapıldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelime: Görsel motor beceriler, Okul öncesi dönem, Görsel motor entegrasyon, Görsel algı

ABSTRACT

Early childhood is a critical period during which the foundations of an individual's life are laid. During this process, visual-motor skills, which are the ability of children to perceive environmental stimuli and convert them into appropriate motor movements, are an important factor in the assessment of learning and attention processes. Preschool children with visual-motor integration skills are associated with cognitive development areas such as visual perception, attention, memory, and executive function. Recently, there has been a trend to examine the relationship between this skill and other areas of development. Therefore, considering that these skills are directly related to children's developmental areas, early assessment of children, identification of developmental risk potentials, preparation of intervention programmes tailored to individual differences, and evaluation of children's individual differences are ensured. The aim of this research is to systematically examine postgraduate theses on visual motor skills in Turkey, to determine existing trends in the field, and to reveal the methodological approaches and research topics of these existing trends. The database for the study was provided by the National Thesis Centre (YÖKTEZ) and consists of openly accessible theses directly related to visual motor skills. It comprises 20 postgraduate theses published between 1988 and 2025. The data were collected using a thesis review form prepared by the researchers and analysed descriptively. As a result, it was determined that studies on visual motor skills are increasing in Turkey, there is a need to develop culturally specific tools, and finally, more studies are being conducted in health sciences institutes for both typically developing and individuals with special needs.

Keywords: Visual motor skills, Preschool period, Visual motor integration, Visual perception

Giriş

Erken çocukluk dönemi, bireyin bilişsel, sosyal ve motor gibi gelişim alanlarının temelinin atıldığı kritik bir dönemdir (Shonkoff & Phillips, 2000; Berk, 2018). Bu dönemde çocuklar çevrelerini keşfetmeye başlarlar ve çevrelerinden mütemadiyen uyaran almaktadırlar. Bu dönemde çocuklar çevrelerinden elde ettikleri bu görsel uyaranları algılayıp, buna uygun motor beceriler üretmesi becerisine görsel motor beceriler denmektedir (Beery & Beery, 2010). Bu karmaşık okul öncesi çocuklarına dair içerisinde; çizim, yazma, kesme, bloklarla yapı kurma

gibi becerileri içerir (Case-Smith & O'Brien, 2015). Çocuklarda bu becerinin yeterince gelişmemesi, öğrenme güçlüklerine neden olabileceği gibi (Visser et al., 2015), erken yaşta değerlendirilmesi ile çocuklarda var olan dikkat problemlerinin fark edilmesini kolaylaştırmaktadır (Barnhardt et al., 2005). Dolayısıyla erken çocukluk döneminde görsel motor becerilerin erken dönemde değerlendirilmeye başlanması ve çevresi tarafından desteklenmesi hem eğitsel hem de gelişimsel açıdan büyük önem taşımaktadır.

Görsel motor bütünleme, yalnızca kasların ya da göz hareketlerinin koordinasyonunu ifade etmemektedir. Bu becerilere ek olarak görsel algı, dikkat, planlama, yürütücü işlevle birlikte işlenmesi gerektiği anlaşılmıştır. (Diamond, 2013). Bu nedenle görsel motor beceriler, motor gelişim ile bilişsel gelişim arasındaki köprü görevini üstlenerek aynı zamanda çocukların tanı ve teşhisinde de kullanılabilir (Cameron et al., 2012). Alan yazında yer alan çalışmalar, çocukların görsel motor becerilerinin bilişsel, dil ve hatta sosyal-duygusal gelişim alanları ile yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. (Carlson, 2005; Roebbers et al., 2014). Bu çok yönlü ilişki ağı, okul öncesi dönem çocuklarının hızlı gelişimlerini bütüncül olarak değerlendirilmesine ve çocukların gelişimleri üzerine bilgi sahibi olmasının önünü açmaktadır. Görsel motor becerilerin ölçümünde sıklıkla Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration (VMI), Developmental Test of Visual Perception (DTVP), Movement Assessment Battery for Children (MABC) ve son yıllarda okul öncesi döneme özgü Preschool Visual Motor Integration Assessment (PVMIA) gibi araçlar kullanılmaktadır (Beery & Beery, 2010; Hammill et al., 1993; Henderson et al., 2007; Sutcliffe et al., 2019). Bu araçlar aracılığıyla, farklı yaş gruplarındaki bireylerin görsel motor düzeylerini belirlemeye ve gelişimsel bozukluklarına dair değerlendirme yapmaya fırsat sunmaktadır. Türkiye’de 1980’li yıllarda çalışmalar başlamıştır ve lisansüstü tezlerin sayısı gittikçe artmaktadır (Demir & Aydın, 2021). Bu artış, görsel motor becerilere yönelik farkındalığın arttığını göstermektedir. Konuya ilişkin Türkiye’de görsel motor becerilere ilişkin lisansüstü tezlerin genel eğilimleri, konu temaları, yöntem tercihleri ve kullanılan ölçme araçlarına dair kapsamlı bir meta-analitik ya da doküman analizinin sınırlı olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de görsel motor beceriler üzerine yapılmış lisansüstü tezlerin sistematik olarak incelemek ve bu alandaki araştırma eğilimlerini ortaya koymaktır. Bu amaçla yayımlandığı üniversite ve enstitünün adı, tez türü, yayımlandığı yıl, tezde kullanılan araştırma yöntemi, konu, çalışılan grup, örneklem büyüklüğü, analiz yöntemleri, normallik dağılımı ve önerilerin verildiği grup açısından incelenmiştir. Böylece, görsel motor beceriler konusunda yapılan lisansüstü tezlerin mevcut durumunun betimlenerek ve alan yazındaki güçlü

ve zayıf yönler fark edilecektir. Dolayısıyla görsel motor beceriler üzerine yapılan çalışmalara ışık tutacaktır. Bu yönüyle çalışma, Türkiye’de görsel motor bütünleme alanında yapılan lisansüstü tezlerin ilk kez bütüncül olarak değerlendirilmesine önayak olacaktır.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu araştırma Türkiye’de görsel motor beceriler üzerine yapılmış lisansüstü tezleri inceleyerek bu alandaki eğilimleri belirlemeyi amaçlayarak nitel doküman analizi çalışması olarak planlanmıştır. Doküman analizi, belirli bir olguya yönelik yazılı olan materyallerin sistematik incelenmesidir. Bu yöntem, geçmişte yapılmış lisansüstü tezlerin yapı, içerik ve yöntem bakımından incelenmesine fırsat tanımaktadır. Bu doğrultuda, araştırmada ölçütler belirlenerek konuya ilişkin seçilen tezleri sistematik olarak taranmış ve betimsel olarak sunulmuştur.

Çalışma Grubu

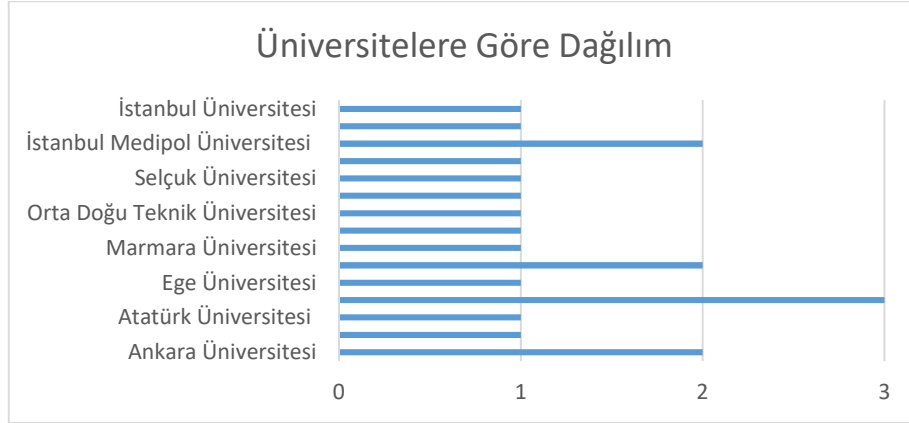
Araştırmanın veri kaynağını, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (YÖKTEZ) veri tabanında yer alan görsel motor beceri anahtar kelimesini kullanarak ulaşılan lisansüstü tezlerden oluşmaktadır. Tarama sonucunda 1988-2025 yılları arasında Türkiye’de hazırlanmış ve erişime açık olan tezler incelenmiştir. Bu ölçütleri karşılayan toplam 20 adet tez çalışma kapsamına alınarak detaylı olarak incelenmiştir. Çalışma grubundaki tezlerin üniversitelere, yıllara, enstitülere, yöntemlere ve kullanılan ölçme araçlarına göre dağılımı bulgu bölümünde ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Veri toplama Süreci

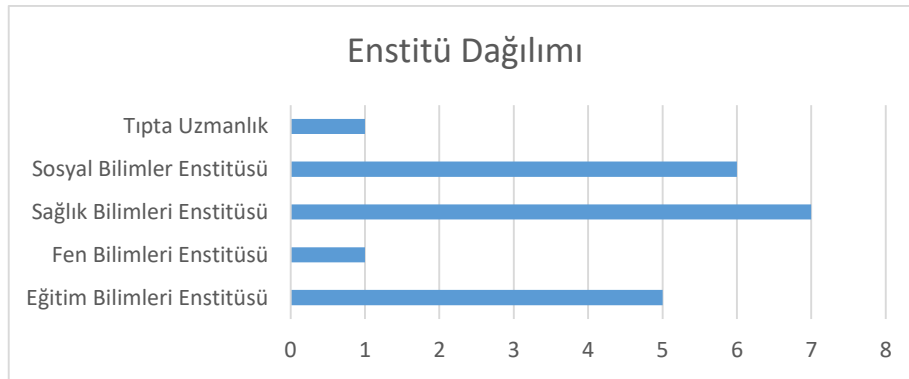
Veri toplama süreci 2025 yılı içerisinde tamamlanmıştır. Öncelikle YÖKTEZ veri tabanına erişilerek anahtar kelime ile taramalar yapılmıştır. Çıkan sonuçlar incelenerek tezler belirlenmiştir. Daha sonra her tez, çalışmanın amacına uygun olacak şekilde tez inceleme formu aracılığıyla analiz edilmiştir.

Veri Analizi

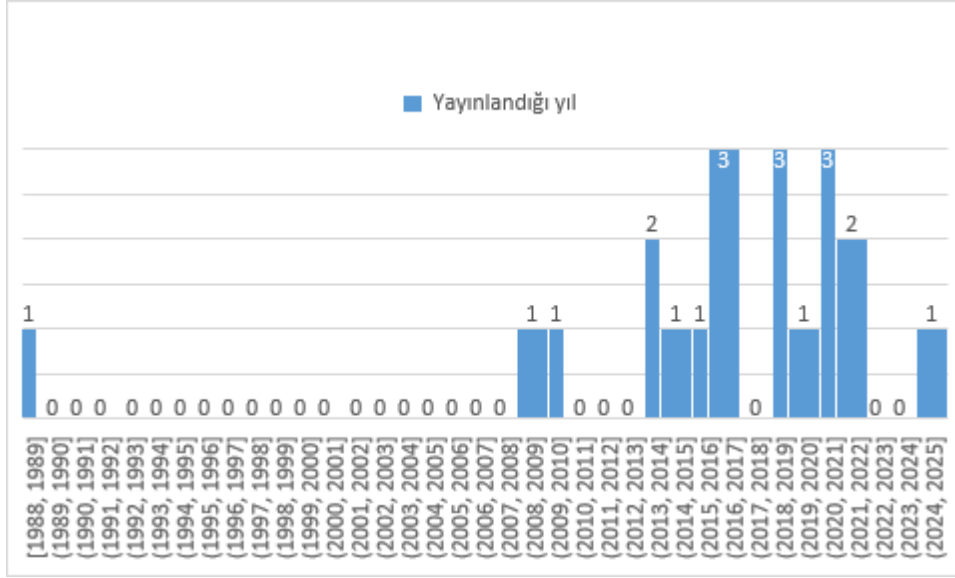
Tezlerden elde edilen veriler, betimsel analiz tekniği ile çözümlenmiştir. Betimsel analiz tekniği ile incelenmiştir. Bu araştırmada tezler yıllara göre dağılım, üniversite ve enstitü türü, araştırma yöntemi, kullanılan ölçme araçları, bu çalışma grubunun özellikleri, ele alınan konu temaları boyutlarında analiz edilmiştir.

BULGULAR

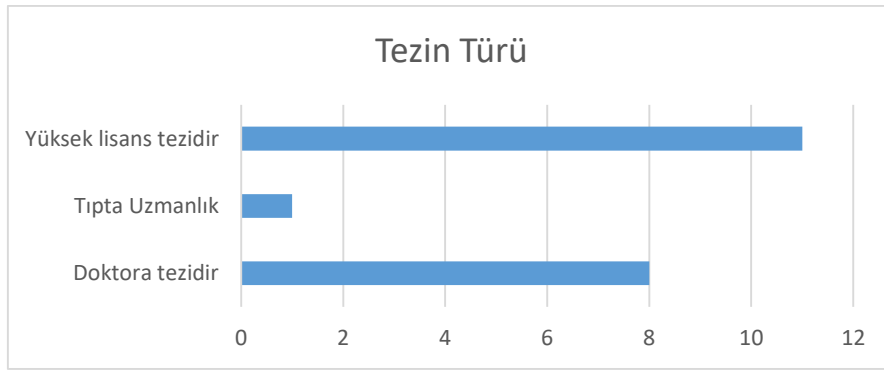
Grafik 1 incelendiğinde, görsel motor beceriler konusunda yapılan lisansüstü tezlerin farklı üniversitelere dağıldığı görülmektedir. Bu alanda en fazla çalışmanın Gazi Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi ve İstanbul Medipol Üniversitesi tarafından yürütüldüğü belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Ankara Üniversitesi, Selçuk Üniversitesi, ODTÜ ve Trakya Üniversitesi gibi üniversitelerde de sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmaların genel olarak Ankara ve İstanbul merkezli üniversitelerde yoğunlaştığı, diğer illerdeki üniversitelerde ise daha sınırlı sayıda tez yapıldığı söylenebilir.



Grafik 2 incelendiğinde, görsel motor beceriler konusunda yapılan lisansüstü tezlerin farklı enstitülerde yürütüldüğü görülmektedir. Tezlerin büyük çoğunluğunun Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Bilimleri Enstitüsü ve Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde yapıldığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra az sayıda çalışmanın Fen Bilimleri Enstitüsü ve Tıp Enstitüsü altında yürütüldüğü görülmektedir. Bulgular genel olarak, bu alandaki araştırmaların en çok eğitim ve sağlık bilimleri disiplinlerinde yoğunlaştığını göstermektedir.

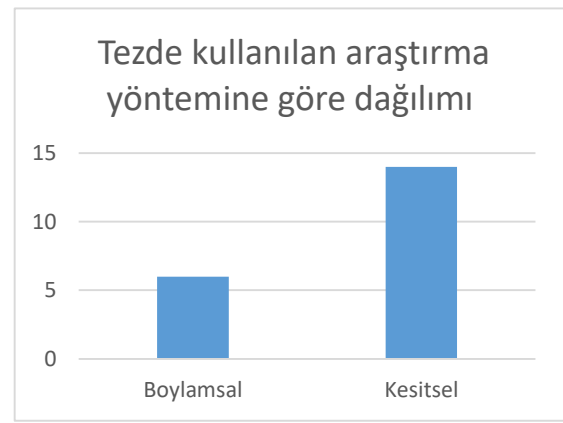
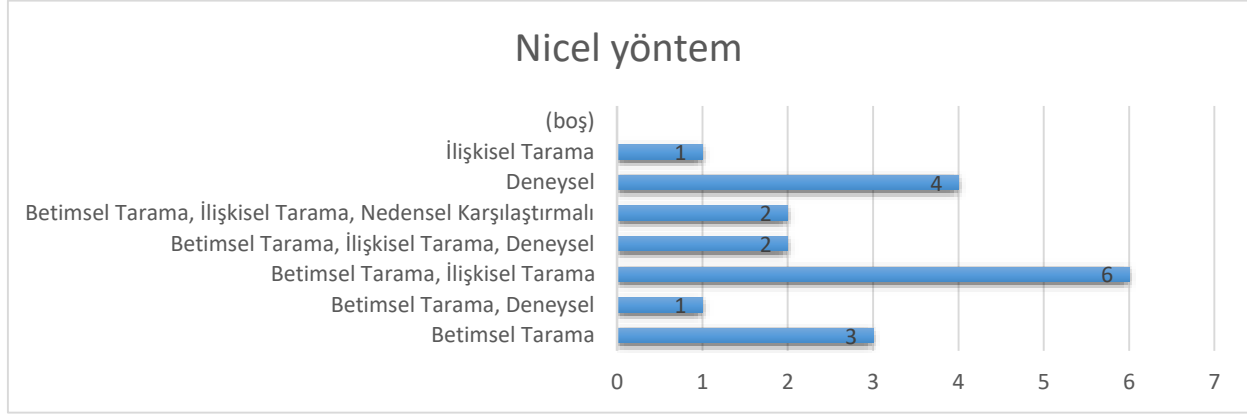


Grafik 3 incelendiğinde, görsel motor beceriler konusunda yapılan lisansüstü tezlerin yıllara göre dağılımında zamanla artan bir eğilim olduğu görülmektedir. 1988 yılında bu alanda yapılan ilk tezden sonra uzun bir süre sınırlı sayıda çalışma yapılmış, ancak 2010 yılından itibaren tez sayısında belirgin bir artış gözlenmiştir. 2015–2022 yılları arasında bu alandaki çalışmaların yoğunlaştığı, özellikle 2020 sonrasında hem konu çeşitliliğinin hem de yöntemsel farklılıkların arttığı dikkat çekmektedir. 2025 yılında yapılan tez ise son dönemdeki güncel eğilimleri yansıtarak alanın gelişmeye devam ettiğini göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, görsel motor beceri konusuna yönelik akademik ilgide zamana bağlı artış olduğu söylenebilir.

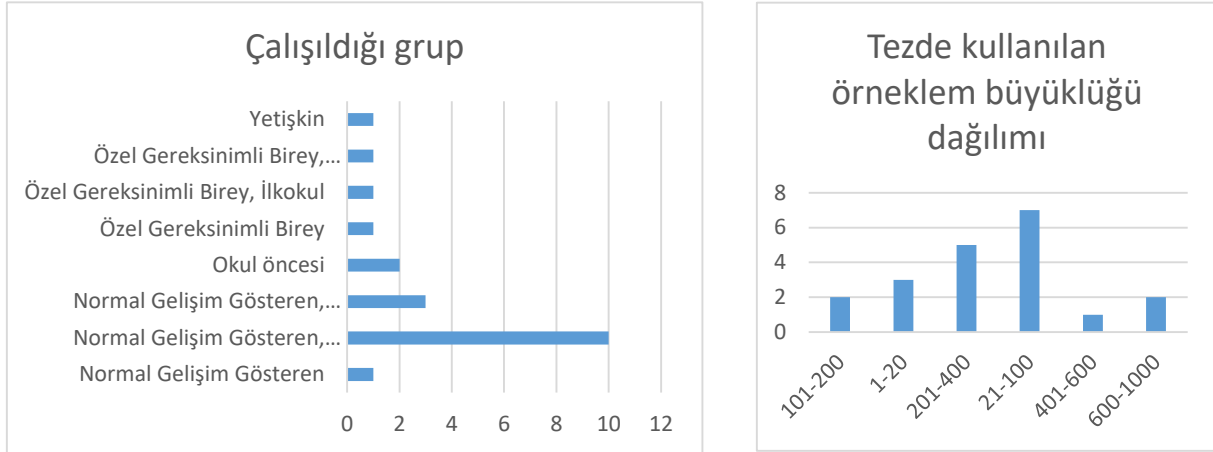


Grafik 4 incelendiğinde, görsel motor beceriler konusundaki tezlerin türlerine göre dağılımında yüksek lisans tezlerinin ağırlıkta olduğu görülmektedir. Çalışmaların büyük bir kısmı yüksek lisans düzeyinde yürütülmüş, doktora tezleri ise daha sınırlı sayıda kalmıştır. Bunun yanı sıra, alanda bir adet tıpta uzmanlık tezi yer almaktadır. Bu bulgu, görsel motor becerilerle ilgili

araştırmaların çoğunlukla lisansüstü eğitim sürecinde yüksek lisans düzeyinde ele alındığını göstermektedir.



Grafik 5, 6 ve 7 birlikte incelendiğinde, görsel motor beceriler konusundaki tezlerde kullanılan araştırma yöntemlerinin dağılımında nicel yöntemlerin belirgin biçimde öne çıktığı görülmektedir. Çalışmaların büyük çoğunluğu nicel ve kesitsel desenlerle yürütülmüş; bu araştırmalarda genellikle betimsel ve ilişkisel tarama modelleri tercih edilmiştir. Nitel yöntemlerin sınırlı sayıda kullanıldığı, bu çalışmaların daha çok olgubilim ya da betimsel nitel yaklaşımlar içerdiği görülmektedir. Ayrıca az sayıda karma yöntemli çalışmanın yer aldığı ve bu tezlerin hem deneysel hem de nitel veri toplama süreçlerini bir arada kullandığı belirlenmiştir. Genel olarak, görsel motor beceriler alanındaki araştırmaların çoğunun nicel ve kesitsel tasarımlar üzerinden yürütüldüğü söylenebilir.



Grafik 8 ve 9 birlikte incelendiğinde, görsel motor beceriler konusundaki tezlerde kullanılan örneklem büyüklüklerinin genellikle 21 ile 400 kişi arasında değiştiği görülmektedir. En sık karşılaşılan örneklem aralıkları 101–200 ve 201–400 kişidir. Daha az sayıda çalışmada 1–20 kişi veya 600 ve üzeri katılımcıdan oluşan örneklem kullanılmıştır. Bu durum, çalışmaların çoğunun orta büyüklükteki örneklerle yürütüldüğünü göstermektedir. Çalışılan gruplar incelendiğinde ise araştırmaların büyük bir kısmının normal gelişim gösteren okul öncesi çocuklarla yürütüldüğü belirlenmiştir. Bununla birlikte, bazı tezlerde özel gereksinimli bireyler ve yetişkinlerle yapılan çalışmalar da yer almaktadır. Özel gereksinimli bireylerle yapılan araştırmaların genellikle müdahale programları veya görsel motor becerilerin gelişimsel farklılıkları üzerine odaklandığı görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, görsel motor beceriler alanındaki tezlerin çoğunun okul öncesi döneme ve tipik gelişim gösteren çocuklara yönelik olduğu, daha az sayıda çalışmanın ise özel gereksinimli gruplara ve yetişkinlere odaklandığı söylenebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, Türkiye’de görsel motor beceriler üzerine yapılmış lisansüstü tezlerin sistematik olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular Türkiye’de görsel motor beceriler konusunun dahil oluşu 1988 yılı olarak belirlenmiş ve günümüze kadar yıllar içinde artış göstermiştir ve bu doğrultuda erişime açık 20 tez incelenmiştir. Özellikle 2010 yılından sonra hem konu çeşitliliği bakımından hem de yöntemsel açıdan alanda gelişim gösterildiği belirlenmiştir. Tezlerin büyük çoğunluğu eğitim ve sağlık bilimleri enstitüsü bünyesinde yürütüldüğünün yanı sıra sosyal bilimler ve tıp alanında da çalışmalar mevcuttur. Bu durum, görsel motor becerilerin eğitim ve sağlık temelli bir araştırma alanı olarak iki disiplinin kesişim

noktasında değerlendirildiği anlaşılmaktadır. Çalışmalar daha çok Ankara ve İstanbul merkezli üniversitelerde gerçekleştirildiği belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan araştırma yöntemleri incelendiğinde, tezlerin büyük bir kısmı nicel araştırma yöntemlerinin özellikle ilişkisel tarama modellerinin kullanıldığı belirlenmiştir. Nitel ve karma yöntemli çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bu bağlamda alanda var olan eksikliğin giderilmesinin çocukların görsel motor becerilerine ilişkin süreçlerin gelişimsel bağlamda deneyim ve etkilerini derinlemesine analiz eden araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Örneklem dağılımlarına bakıldığında ise tezlerin çoğunlukla 100-400 kişi aralığında normal gelişim gösteren okul öncesi çocuklarla yapıldığı ve buna karşın özel gereksinimli bireyler ve yetişkin bireyler üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Bu durum görsel motor becerilerin bireylerin gelişimsel bağlamda bireysel farklılıkları dikkate alarak daha geniş bir bağlamda incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Kullanılan ölçme araçları değerlendirildiğinde, sıklıkla Berry-Buktenica DTVP, MABC ve PVMİA gibi uluslararası geçerliliği olan testlerin tercih edildiğini ancak Türk kültürüne özgü ölçme araçlarının yer almadığı görülmüştür. Bu bulgu, alanda kültürel bağlama duyarlı ve geçerliliği güvenilirliği olan testlere duyulan ihtiyacı gözler önüne sermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye’de lisansüstü tezlerin sayısal olarak artmakta olduğunu ancak konunun hala gelişmekte olan bir araştırma alanı olduğu söylenebilir. Bu alandaki çalışmaların özellikle görsel algı, dikkat, yürütücü işlev, hafıza ve öğrenme gibi daha çok bilişsel gelişim süreçleri ile bütünleştirildiğini ancak boylamsal ve deneysel çalışmaların sınırlı olduğu belirlenmiştir. Bu konuya ilişkin öneriler aşağıda sunulmuştur.

- Kültüre özgü ölçme araçları geliştirilmelidir.
- Farklı yaş ve gelişim grupları incelenmelidir.
- Özel gereksinimli bireylerle yapılan araştırmalar artırılmalıdır.
- Disiplinler arası işbirliği teşvik edilmelidir.
- Uygulamalı müdahale programları geliştirilmeli ve etkililiği test edilmelidir.

Kaynakça

- Barnhardt, C., Borsting, E., Deland, P., Pham, N., & Vu, T. (2005). Relationship between visual-motor integration and spatial organization of written language and math. *Optometry and Vision Science*, 82(2), 138–143. <https://doi.org/10.1097/01.opx.0000153163.68497.a9>
- Beery, K. E., & Beery, N. A. (2010). *The Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration* (6th ed.). Pearson.
- Berk, L. E. (2018). *Development through the lifespan* (7th ed.). Pearson Education.
- Cameron, C. E., Brock, L. L., Murrah, W. M., Bell, L. H., Worzalla, S. L., Grissmer, D., & Morrison, F. J. (2012). Fine motor skills and executive function both contribute to kindergarten achievement. *Child Development*, 83(4), 1229–1244. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01768.x>
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595–616. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_3
- Case-Smith, J., & O'Brien, J. C. (2015). *Occupational therapy for children and adolescents* (7th ed.). Elsevier.
- Demir, H., & Aydın, D. (2021). Türkiye’de çocuk gelişimi alanında yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 46(205), 215–232. <https://doi.org/10.15390/EB.2021.10010>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Grissmer, D., Grimm, K. J., Aiyer, S. M., Murrah, W. M., & Steele, J. S. (2010). Fine motor skills and early comprehension of the world: Two new school readiness indicators. *Developmental Psychology*, 46(5), 1008–1017. <https://doi.org/10.1037/a0020104>
- Hammill, D. D., Pearson, N. A., & Voress, J. K. (1993). *Developmental Test of Visual Perception-2 (DTVP-2)*. Pro-Ed.
- Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. (2007). *Movement Assessment Battery for Children-Second Edition (MABC-2)*. Pearson.
- Roebers, C. M., Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Cimeli, P., Michel, E., & Jäger, K. (2014). The relation between cognitive and motor performance and their relevance for children’s transition to school: A latent variable approach. *Human Movement Science*, 33, 284–297. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.08.011>
- Shonkoff, J. P., & Phillips, D. A. (Eds.). (2000). *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. National Academy Press.
- Sutcliffe, S., Rosenblum, S., & Josman, N. (2019). Development and validation of the Preschool Visual Motor Integration Assessment (PVMIA). *Research in Developmental Disabilities*, 86, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2019.01.008>
- Visser, J., Geuze, R. H., & Kalverboer, A. F. (2015). Motor coordination and learning in preschool children. *Early Child Development and Care*, 185(5), 760–772. <https://doi.org/10.1080/03004430.2014.947530>

LARENKS KANSERİ VE LARENJEKTOMİDE ANESTEZİ YÖNETİMİ**Uzm. Dr. Çağrı BALCI**

Isparta City Hospital, Department of Anesthesiology and Reanimation, Isparta

ORCID ID: 0000-0003-4815-8707**ÖZET**

Larenks kanseri Türkiye’de tüm malignitelerin yaklaşık %2,7’sini oluşturmakta olup, sigara, alkol ve mesleki maruziyet önemli risk faktörleridir. Preoperatif dönemde hava yolu, pulmoner, kardiyak ve beslenme durumunun kapsamlı değerlendirilmesi komplikasyon riskini azaltır. Hava yolu değerlendirmesinde endoskopi ve görüntüleme ile obstrüksiyon düzeyi belirlenmeli; önceki radyoterapi, zor maske ventilasyonu ve entübasyon olasılığını artırır. İntraoperatif dönemde oksijenasyonun sürdürülmesi ve olası zorlukların önceden öngörülmesi esastır. Zor havayolu beklenen olgularda uyanık fiberoptik entübasyon veya planlı trakeostomi en güvenli yaklaşımdır. Videolaringoskopi görüşü kolaylaştırır; yüksek akımlı nazal oksijen veya CPAP ile preoksijenasyon etkinliği artırılabilir. Propofol ve remifentanil ile total intravenöz anestezi (TİVA) volatil kaybı önler ve hemodinamik stabilite sağlar. Perioperatif monitörizasyon, sıvı dengesi ve ısı kontrolü hasta özelliklerine göre düzenlenmelidir. Postoperatif dönemde ödem, fistül ve sekresyon riski nedeniyle yoğun bakım izlemi önerilir. Multimodal analjezi ve trakeostomi sonrası topikal lidokain uygulaması öksürük ve kanamayı azaltabilir. Baş-boyun cerrahisine uyarlanmış ERAS protokolleri erken derlenme, daha kısa yatış süresi ve daha iyi fonksiyonel sonuçlar sağlamaktadır. Sonuç olarak, larenjektomide güvenli anestezi yönetimi, preoperatif havayolu planlaması, multidisipliner yaklaşım ve ERAS ilkeleriyle uyumlu, kanıta dayalı bir perioperatif yaklaşımla mümkündür.

Key words: Larenjektomi, Hava yolu yönetimi, Anestezi, Fiberoptik entübasyon, Cerrahi Sonrası Hızlı İyileşme (ERAS)

ANESTHETIC MANAGEMENT IN LARYNGEAL CANCER AND LARYNGECTOMY**ABSTRACT**

Laryngeal cancer, comprising approximately 2.7% of malignancies in Turkey, is closely linked to smoking, alcohol consumption, and occupational exposure. Comprehensive preoperative evaluation; encompassing airway, pulmonary, cardiac, and nutritional status is crucial to minimize perioperative risk. Airway assessment should include endoscopic and radiologic imaging to define obstruction; prior radiotherapy predicts difficult mask ventilation and intubation. Intraoperative management prioritizes maintaining oxygenation and anticipating airway difficulty. When airway compromise is likely, awake fiberoptic intubation or preemptive tracheostomy is the safest strategy. Video laryngoscopy aids visualization, while

high-flow nasal oxygen or CPAP enhances preoxygenation. Total intravenous anesthesia (TIVA) with propofol and remifentanyl is preferred to prevent anesthetic gas leakage and provide hemodynamic stability. Perioperative monitoring, fluid management, and temperature control are guided by patient comorbidities and surgical complexity. Postoperatively, intensive care monitoring is essential due to airway edema, risk of fistula, and secretion management. Analgesia should combine multimodal strategies. Recent studies support topical or intratracheal lidocaine to reduce coughing and bleeding following tracheostomy. Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) pathways tailored to head and neck oncology demonstrate improved early recovery, reduced hospital stay, and better functional outcomes. In summary, safe anesthesia for laryngectomy requires proactive airway planning, multidisciplinary coordination, and evidence-based perioperative care guided by modern ERAS principles.

Keywords: Laryngectomy, Airway management, Anesthesia, Fiberoptic intubation, Enhanced Recovery After Surgery (ERAS)

SİTUS İNVERSUS TOTALİS SENDROMLU ACİL SEZERYAN OLGUSUNDA ANESTEZİ YÖNETİMİ

Uzm.Dr. Yusuf İPEK

Mardin Training and Research Hospital Department of Anesthesiology and Reanimation

ORCID ID: 0000-0002-2302-9434

Doç.Dr. Hakan AKELMA

Mardin Artuklu University Department of Anesthesiology and Reanimation

ORCID ID: 0000-0002-0387-8738

Özet

Amaç:

Situs inversus totalis (SIT), torakoabdominal organların normal anatomik yerleşimlerinin ayna görüntüsü şeklinde bulunduğu nadir bir konjenital anomalidir [1]. Bu anatomik farklılık, anestezi uygulamalarında monitörizasyon, elektrokardiyografi (EKG) yerleşimi, invaziv girişimler ve pozisyonlama açısından özgün zorluklar oluşturur [2]. Obstetrik olgularda ise spinal anesteziye bağlı hipotansiyonun önlenmesi, vazopresör seçimi ve fetal hemodinaminin korunması ek öneme sahiptir [3]. Bu olgu sunumunda, situs inversus totalisli bir gebede acil sezaryen sırasında uygulanan spinal anestezinin güvenli ve etkin yönetimi tartışılmıştır.

Olgu:

Otuz bir yaşında, 160 cm boyunda ve 75 kg ağırlığında, situs inversus totalis tanılı gebe, fetal distress nedeniyle acil sezaryene alındı. Preoperatif değerlendirme sonrasında rejyonal anestezi tercih edildi. Oturur pozisyonda, L4–L5 aralığından 27G iğne ile tek girişimde 12 mg hiperbarik bupivakain uygulandı. Aortokaval kompresyonu azaltmak amacıyla 15–30° sağ tilt pozisyonu verildi. Operasyonun ikinci dakikasında gelişen hipotansiyon, iki kez 5 mg efedrin bolusu ile düzeldi. Yaklaşık onuncu dakikada bigemini ve trigemini ile uyumlu geçici ventriküler ektopiler izlendi, hemodinamik bozulma gelişmedi(Şekil 1). Ameliyat 35 dakikada tamamlandı ve Apgar 8–9 olan sağlıklı erkek bebek doğurtuldu. Postoperatif dönem sorunsuz seyretti.

Sonuç:

Situs inversus totalisli obstetrik olgularda spinal anestezi, uygun monitörizasyon ve EKG derivasyonlarının ayna yerleşimi, sağ tilt pozisyonu ile uterus deplasman sağlanması ve hipotansiyonun güncel kılavuzlara uygun vazopresör yönetimiyle güvenli uygulanabilir. Bu olgu, SIT’li gebelerde dikkatli planlama ve anatomik farkların bilinmesiyle spinal anestezinin güvenli, etkin ve maternal-fetal açıdan başarılı bir seçenek olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Situs inversus totalis, spinal anestezi, sezaryen, obstetrik anestezi, efedrin, ventriküler ektopi.

ANESTHETIC MANAGEMENT IN AN EMERGENCY CESAREAN SECTION CASE WITH SITUS INVERSUS TOTALIS SYNDROME

Abstract

Objective:

Situs inversus totalis (SIT) is a rare congenital anomaly in which the thoracoabdominal organs are arranged as a mirror image of the normal anatomical position [1]. This anatomical variation presents unique challenges in anesthetic practice, including modifications in monitoring setup, electrocardiography (ECG) lead placement, invasive procedures, and patient positioning [2]. In obstetric cases, additional considerations include the prevention of spinal anesthesia-induced hypotension, appropriate vasopressor selection, and maintenance of maternal–fetal hemodynamic stability [3]. This case report discusses the safe and effective management of spinal anesthesia in an emergency cesarean section for a parturient with situs inversus totalis.

Case:

A 31-year-old pregnant woman, 160 cm in height and weighing 75 kg, diagnosed with situs inversus totalis, was scheduled for an emergency cesarean section due to fetal distress. Following preoperative evaluation, regional anesthesia was chosen. In the sitting position, a single-shot spinal anesthesia was performed at the L4–L5 interspace using a 27G spinal needle, and 12 mg of hyperbaric bupivacaine was administered. To reduce aortocaval compression, a 15–30° right lateral tilt was applied. At the second minute of surgery, hypotension developed and was successfully treated with two 5 mg boluses of ephedrine. Around the tenth minute, transient ventricular ectopic beats consistent with bigeminy and trigeminy were observed, without hemodynamic instability (Figure 1). The surgery was completed in 35 minutes, and a healthy male infant was delivered with Apgar scores of 8 and 9. The postoperative course was uneventful.

Conclusion:

In obstetric patients with situs inversus totalis, spinal anesthesia can be safely performed with appropriate monitoring, mirror-image placement of ECG leads, right uterine displacement to minimize aortocaval compression, and guideline-based vasopressor management of hypotension. This case demonstrates that spinal anesthesia can be a safe, effective, and well-tolerated option in parturients with SIT when anatomical variations are carefully considered and perioperative planning is individualized.

Keywords: Situs inversus totalis, spinal anesthesia, cesarean section, obstetric anesthesia, ephedrine, ventricular ectopy.

Introduction

Situs inversus totalis (SIT) is a rare congenital variation in which the thoracoabdominal organs are arranged as a mirror image of their normal positions, with an estimated incidence of 1:8,000–1:25,000. In anesthesia practice, SIT requires a series of technical adaptations, particularly in monitor placement, electrocardiogram (ECG) interpretation, and invasive or non-invasive procedures [1,2]. In obstetric patients, additional priorities include the prevention of supine hypotensive syndrome, the management of spinal anesthesia-induced hypotension with appropriate vasopressors, and the maintenance of optimal fetal and neonatal outcomes [3,4]. Although SIT cases have been reported in various surgical procedures, obstetric cases are relatively rare, and most have been successfully managed under spinal anesthesia [1,5,6].

Case

A 31-year-old pregnant woman, 160 cm in height and weighing 75 kg, with a history of upper gastrointestinal endoscopy due to peptic ulcer disease and self-reported “reversed organ positions” (suggestive of SIT), was scheduled for an emergency cesarean section due to fetal distress. In the operating room, monitor and equipment setup were adjusted according to the mirror-image anatomy. Considering maternal and fetal safety, a regional approach was chosen. In the sitting position, a single-shot spinal anesthesia was performed at the L4–L5 interspace using a 27G Quincke needle. Intrathecal administration of 12 mg of hyperbaric bupivacaine was performed, and the patient was positioned with a 15–30° right tilt to reduce aortocaval compression. Following sterile preparation, the cesarean section began, and a healthy male infant was delivered with Apgar scores of 8 and 9. At the second minute of surgery, hypotension occurred and was corrected with two 5 mg boluses of ephedrine. Around the tenth minute, the ECG showed a total of eight transient ventricular ectopic beats (VES) consistent with bigeminy/trigeminy patterns, without hemodynamic instability or need for intervention (Figure 1). The operation lasted 35 minutes without additional complications. The patient was monitored in the postoperative care unit for approximately 15 minutes and was then transferred to the ward with stable vital signs and full sensory recovery.

Discussion

The primary challenges in anesthetic management of SIT patients arise from mirror-image anatomy, which affects monitoring setup and procedural orientation. In patients with dextrocardia or SIT, precordial ECG leads should be placed as a mirror image on the right hemithorax, and right/left limb leads should be reversed to avoid false interpretations due to

incorrect placement [2,7],(Figure 2). This technical detail is critical for accurate intraoperative arrhythmia evaluation [8].

Hypotension is a common event during obstetric spinal anesthesia. Current consensus statements and guidelines recommend prophylactic fluid co-loading combined with phenylephrine (or norepinephrine) infusions as first-line management; ephedrine is reserved for cases accompanied by bradycardia or marked reductions in heart rate [3,9,10]. In this case, early hypotension was successfully treated with ephedrine. The observed ventricular ectopy did not cause hemodynamic instability and resolved spontaneously, requiring no intervention. Ventricular ectopy is common in pregnancy and, in the absence of structural heart disease or symptoms, typically requires no treatment beyond maintaining hemodynamic stability and oxygenation [4,11].

Regional anesthesia has been safely applied in obstetric patients with SIT. Both spinal and epidural techniques have been reported to be successful when performed with appropriate positioning, standard local anesthetic dosing, and obstetric monitoring [1,5,6]. In the present case, a single injection of 12 mg hyperbaric bupivacaine provided adequate surgical anesthesia, and right tilt positioning ensured uterine displacement, a standard measure to prevent aortocaval compression [3].

Lastly, patients with SIT may have associated primary ciliary dyskinesia or Kartagener syndrome, which require additional consideration for airway secretion management and infection risk. No such findings were present in this patient. Nevertheless, preoperative assessment should include a detailed evaluation of cardiac and respiratory anatomy, supported by echocardiography or chest imaging if necessary [1,12].

Conclusion

In parturients with situs inversus totalis undergoing emergency cesarean section, spinal anesthesia can be performed safely and effectively with appropriate adjustments for monitoring, positioning, and vasopressor management in accordance with obstetric guidelines. Mirror-image ECG lead placement, right tilt for uterine displacement, and vigilant hemodynamic monitoring are key determinants for achieving uneventful maternal and fetal outcomes .



Figure 1



Figure 2

References

1. Bajwa, S. J. S., Kaur, J., Singh, A., Parmar, S. S., & Singh, G. (2012). *The challenging aspects and successful anaesthetic management in a patient with situs inversus totalis. Anaesthesiology and Intensive Care, Case report.* <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3425293/>
2. Life in the Fast Lane (LITFL). (2021). *Dextrocardia – ECG Library Diagnosis.* <https://litfl.com/dextrocardia-ecg-library/>
3. Kinsella, S. M., Carvalho, B., Dyer, R. A., et al. (2018). *International consensus statement on the management of hypotension with vasopressors during caesarean section under spinal anaesthesia.* *Anaesthesia*, 73(1), 71–92. <https://associationofanaesthetists-publications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/anae.14080>
4. American College of Cardiology. (2022). *Arrhythmias in Pregnancy: Ten Points to Remember.* <https://www.acc.org/Latest-in-Cardiology/ten-points-to-remember/2022/01/20/17/59/Arrhythmias-in-Pregnancy>
5. OrphanAnesthesia. (2020). *Anaesthesia recommendations for Situs inversus totalis.* <https://www.orphananesthesia.eu/en/rare-diseases/published-guidelines/situs-inversus-totalis/914-situs-inversus-totalis/file.html>
6. Gávai, M., Tóth, E., & Vizer, M. (2007). *Spinal anesthesia for cesarean section in a woman with Kartagener's syndrome and twin pregnancy.* *International Journal of Obstetric Anesthesia.* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17408950/>
7. Mozayan, C., & Jariwala, P. (2019). *ECG Diagnosis: Dextrocardia.* *Journal of Urgent Care Medicine.* <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6730946/>
8. Ogunlade, O., et al. (2015). *The role of electrocardiogram in the diagnosis of dextrocardia with mirror-image atrial arrangement: A case report.* *Journal of Medical Case Reports*, 9, 188. <https://jmedicalcasereports.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13256-015-0695-4>
9. Lin, F. Q., Qiu, M. T., Ding, X. X., et al. (2012). *Ephedrine versus phenylephrine for the management of hypotension during spinal anaesthesia for caesarean section.* Cochrane-style review. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK109255/>
10. Bower, J. R., & Bower, S. (2020). *Preventing and treating hypotension during spinal anaesthesia for caesarean section.* *BJA Education*, 20(11), 382–389. [https://www.bjaed.org/article/S2058-5349\(20\)30105-0/fulltext](https://www.bjaed.org/article/S2058-5349(20)30105-0/fulltext)
11. Chou, C.-C., et al. (2023). *Obstetric and fetal/neonatal outcomes in pregnant women with frequent premature ventricular contractions.* *International Journal of Cardiology.* <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167527322014772>
12. Koo, C. H., et al. (2019). *Anesthetic considerations for a patient with situs inversus totalis: A case report.* *Anesthesia and Pain Medicine*, 14(3), 305–309. <https://www.anesth-pain-med.org/journal/view.php?number=46>

EĞİTİM ARACILIĞIYLA BESLENME BİLGİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ: YAŞAM KALİTESİ VE PSİKOSOSYAL İYİ OLMA ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Hatice Kübra BARCIN GÜZELDERE

Istanbul Medeniyet University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition and Dietetic,
Istanbul, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-0217-0938

Dr. Öğr. Üyesi Merve İNAN BUDAK

Istanbul Medeniyet University, Faculty of Health Science, Department of Psychiatric Nursing,
Istanbul, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-4334-6779

Prof. Dr. Fatma Esra GÜNEŞ

Istanbul Medeniyet University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition and Dietetic,
Istanbul, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-0334-7598

ÖZET

Sağlıklı yaşamın sağlanmasında yapılandırılmış eğitim yararlı olabilir. Bu çalışma, 14 haftalık yapılandırılmış sağlıklı yaşam eğitiminin beslenme bilgisi (BB), psikolojik iyi oluş ve yaşam kalitesi üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

Katılımcılar 14 hafta süren sağlıklı yaşam eğitimine katılmıştır. Anket kapsamında Beslenme Bilgi Ölçeği (BBÖ), EUROHIS-Yaşam Kalitesi Ölçeği (EUROHIS-QOL), Dünya Sağlık Örgütü Beş Maddelik İyi Oluş İndeksi (WHO-5) ve Depresyon, Anksiyete ve Stres Ölçeği-21 (DASS-21) eğitim müdahalesinden önce ve sonra uygulanmıştır.

Bulgular, müdahale sonrasında katılımcıların beslenme bilgisi düzeylerinde anlamlı bir artış olduğunu göstermiştir (ön test: Ort: 27.82, SS: 13.63; son test: Ort: 95.33, SS: 11.26; d: 5.4, $p<0.001$). Benzer şekilde, EUROHIS-QOL puanlarında da hafif ancak istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur (ön test: Ort: 26.83, SS: 4.52; son test: Ort: 27.28, SS: 4.92; d: 0.0095, $p<0.001$), buna karşın WHO-5 puanlarında değişim görülmemiştir. Depresyon puanları hafifçe azalmıştır (ön test: Ort: 13.51, SS: 4.47; son test: Ort: 11.87, SS: 4.25; d: -0.376, $p<0.001$), ancak anksiyete (ön test: Ort: 11.73, SS: 3.57; son test: Ort: 12.27, SS: 4.38; d: 0.135, $p=0.008$) ve stres puanlarında küçük fakat istatistiksel olarak anlamlı artışlar görülmüştür (ön test: Ort: 13.65, SS: 4.05; son test: Ort: 14.62, SS: 4.72; d: 0.221, $p<0.001$).

Yapılandırılmış sağlık eğitimi müdahalesi, beslenme bilgisi üzerinde oldukça etkili olmuştur; ancak yaşam kalitesi üzerindeki etkisi sınırlı kalmış ve psikolojik sonuçlar üzerinde çelişkili etkiler sergilemiştir. Eğitim programları beslenme okuryazarlığını önemli ölçüde artırabilirken, psikososyal iyi oluşta daha geniş kapsamlı iyileşmelerin sağlanabilmesi için uzun vadeli ve çok bileşenli müdahalelerin düzenlenmesi gerekebilir.

Anahtar Kelimeler: Eğitim, sağlık, beslenme, psikoloji, iyi oluş.

IMPROVING NUTRITIONAL KNOWLEDGE THROUGH EDUCATION: IMPACTS ON QUALITY OF LIFE AND PSYCHOSOCIAL WELL-BEING

ABSTRACT

Abstract

To achieve healthy living structured education can be helpful. This study aims to investigate the impact of 14-weeks structured healthy living education on nutritional knowledge (NK), psychological well-being and quality of life.

Participants took 14 week healthy living course. The survey includes the Nutrition Knowledge Scale (NKS), EUROHIS-QOL, World Health Organization-Five Well-Being Index (WHO-5) and Depression, Anxiety, and Stress Scale-21 (DASS-21) applied before and after education intervention.

The findings demonstrated significant improvements in participants' NK following the intervention (pre: M:27.82, SD:13.63; post: M: 95.33, SD: 11.26; $d: 5.4, p<0.001$). A slight yet statistically significant increase was also observed in EUROHIS-QOL scores (pre: M:26.83, SD:4.52; M:27.28, SD:4.92; $d: 0.0095, p<0.001$), while WHO-5 scores remained unchanged. Regarding depression scores decreased modestly (Pre: M:13.51, SD: 4.47; M:11.87, SD:4.25; $d: -0.376, p<0.001$), whereas anxiety (pre: M:11.73, SD:3.57; M:12.27, SD:4.38; $d: 0.135, p=0.008$) and stress scores showed small but statistically significant increases (pre: M:13.65, SD: 4.05; M:14.62, SD: 4.72; $d:0.221, p<0.001$).

A structured health education intervention has highly effective on NK, however limited effect on QOL was minimal, and psychological outcomes showed mixed results. While educational programs can substantially enhance nutritional literacy, broader improvements in psychosocial well-being may require longer-term, multi-component interventions can be organised.

Keywords: Education, health, nutrition, psychology, well-being.

HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE KLİNİK ÖĞRENME ORTAMI**Arş. Gör. Sebahat KUŞLU**Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
Gaziantep-Türkiye**ORCID: 0000-0002-5861-4617****Arş. Gör. Dr. Ayşe EMİNOĞLU GÜVEN**Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
Gaziantep-Türkiye**ORCID: 0000-0002-6738-5529****ÖZET**

Amaç: Bu literatür taramasının amacı, hemşirelikte klinik öğrenme ortamını inceleyen güncel araştırmaları derleyerek, hemşirelik eğitiminde klinik uygulamaların niteliğini artırmaya yönelik öneriler sunmaktır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma, 2015-2025 yılları arasında yayımlanan ulusal ve uluslararası araştırmaların incelendiği tanımlayıcı nitelikte bir literatür taramasıdır. Çalışmalar PubMed, ScienceDirect ve Google Scholar veri tabanlarından taranmıştır. Anahtar kelimeler “nursing students”, “clinical learning environment”, “clinical stressors” ve “nursing education” olarak belirlenmiştir. Dahil edilen araştırmalar, hemşirelik öğrencilerinin klinik öğrenme ortamı deneyimleri ve bu durumun mesleki gelişim üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalardan oluşmaktadır.

Bulgular: Elde edilen bulgular, klinik öğrenme ortamının öğrencilerin teorik bilgilerini uygulamaya aktarmasında, mesleki kimlik kazanmalarında ve profesyonel davranış gelişiminde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bununla birlikte, karmaşık klinik yapı, iş yükü, yetersiz rehberlik, personel eksikliği ve olumsuz tutumlar, öğrencilerde stres ve kaygı düzeylerini artırmaktadır. Olumsuz klinik deneyimler; öğrenme motivasyonunu, özgüveni ve mesleğe yönelik bağlılığı olumsuz etkilemektedir.

Sonuç: Klinik öğrenme ortamı, hemşirelik öğrencilerinin mesleki yeterlilik kazanımında belirleyici bir etkidir. Klinik stresörlerin azaltılması, mentörlük sistemlerinin güçlendirilmesi ve öğrenci destek mekanizmalarının etkinleştirilmesi, hemşirelik eğitiminin kalitesini artırabilir. Ayrıca klinik öncesi simülasyon temelli eğitimlerin yaygınlaştırılması ve kurumlar arası iş birliğinin güçlendirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, hemşirelik eğitimi, hemşirelik öğrencileri, klinik öğrenme ortamı

CLINICAL LEARNING ENVIRONMENT IN NURSING EDUCATION

ABSTRACT

Aim: The purpose of this literature review is to compile current research examining the clinical learning environment in nursing and to offer recommendations for improving the quality of clinical practice in nursing education.

Methods: This study is a descriptive literature review examining national and international studies published between 2015 and 2025. Studies were retrieved from PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar databases. The keywords were defined as “nursing students”, “clinical learning environment”, “clinical stressors” and “nursing education.” The included studies consisted of research examining nursing students' experiences of the clinical learning environment and its effects on professional development.

Results: The findings indicate that the clinical learning environment plays a significant role in students' ability to apply their theoretical knowledge, develop their professional identity, and enhance their professional behavior. However, the complex clinical structure, workload, inadequate guidance, staff shortages, and negative attitudes increase stress and anxiety levels among students. Negative clinical experiences can significantly impact learning motivation, self-confidence, and commitment to the profession.

Conclusion: The clinical learning environment is a decisive factor in nursing students' acquisition of professional competence. Reducing clinical stressors, strengthening mentoring systems, and activating student support mechanisms can improve the quality of nursing education. Furthermore, it is recommended that simulation-based pre-clinical education be expanded and that inter-institutional collaboration be strengthened.

Keywords: Nursing, nursing education, nursing students, clinical learning environment

GİRİŞ

Hemşirelik, sosyo-kültürel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak sürekli yenilenen, bilimsel temellere dayalı profesyonel bir disiplindir. Bireylere, ailelere ve topluma yönelik bütüncül sağlık hizmetlerinin temel sağlayıcısı olan hemşirelik, bilgi, beceri ve etik değerler bütünüdür (Weerasekara et al., 2023). Hemşirelik eğitimi, teori ve uygulama bileşenlerinden oluşur ve bu bileşenler öğrencilerin profesyonel bilgi, beceri ve tutum kazanmalarında kritik bir rol oynar (Karimi Mirzanezam et al., 2024). Özellikle klinik uygulama, öğrencilerin teorik bilgilerini pratik becerilere dönüştürmelerini, mesleki kimlik kazanmalarını ve profesyonel rollerine ilişkin farkındalık geliştirmelerini sağlar (Zhang et al., 2022).

Klinik öğrenme ortamı, hemşirelik eğitiminin en önemli bileşenlerinden biridir ve öğrencilerin iletişim, problem çözme, klinik akıl yürütme ve karar verme becerilerinin gelişiminde doğrudan etkilidir (Pienaar et al., 2022). Ancak, klinik ortamın karmaşık yapısı, yoğun tempo, hasta güvenliği sorumluluğu, yetersiz süpervizyon ve personel eksikliği gibi etkenler, öğrencilerde stres ve kaygı düzeylerini artırabilmektedir (Mathisen et al., 2023; Oshodi & Sookhoo, 2024). Bu stresörler, öğrencilerin öğrenme motivasyonlarını, öz güvenlerini ve mesleğe yönelik tutumlarını olumsuz etkileyerek profesyonel gelişimlerini sekteye uğratabilmektedir (Bayrak & Emirza, 2025).

Bu nedenle, hemşirelik öğrencilerinin klinik öğrenme ortamı deneyimlerinin ve bu süreçte karşılaştıkları stresörlerin incelenmesi, hem eğitim kalitesinin artırılması hem de öğrencilerin mesleki gelişimlerinin desteklenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu literatür taramasının amacı, hemşirelik öğrencilerinin klinik öğrenme ortamları ve klinik stresörlerine ilişkin güncel literatürü inceleyerek, klinik eğitim süreçlerinin iyileştirilmesine yönelik çıkarımlar sunmaktır.

Klinik Eğitim ve Öğrenme Ortamı

Günümüzde hemşirelik eğitimi; teorik, laboratuvar ve klinik uygulama bileşenlerinden oluşacak şekilde yürütülmektedir. Klinik uygulama; hemşirelik eğitiminin temel bileşenlerinden biridir ve memnuniyeti ve kariyer seçimini etkilemektedir. Klinik uygulama, öğrencilerin teorik bilgi ve becerilerini gerçekleştirmelerine, gerçek yaşama ve hastaya entegre etmelerine olanak sağlamakta ve mesleki rollerine ilişkin içgörü oluşturmaktadır (Zhang et al., 2022). Klinik öğrenme ortamı, öğrencilerin mesleki kimliklerini şekillendirirken, uygun bir ortam sağlayarak bilginin psikomotor beceriye dönüşmesine de katkı sunmaktadır. Hemşirelik eğitiminin yaklaşık yarısı klinik uygulama ve öğrenme ortamlarında gerçekleşmektedir (Karimi Mirzanezam et al., 2024).

Klinik öğrenme ortamı; öğrencilerin klinik ortamda kurmuş oldukları etkileşim ağlarıdır. Bu ağlar, öğrencilerin teorik bilgilerini nasıl uygulayacaklarını, hastalarla nasıl etkileşim kuracaklarını ve mesleki gelişimlerini ilerletmelerini sağlamaktadır (Zhang et al., 2022; Weerasekara et al., 2023). Klinik öğrenme ortamı dört özelliğe sahiptir. Bunlar; fiziksel, psikososyal, örgütsel ve öğrenme bileşenleridir (Mathisen et al., 2023).

Sürekli gelişen dünyamızda, sağlık hizmetlerindeki uzmanlaşmayı ve karmaşıklığı da artmaktadır. Buna bağlı olarak sağlık çalışanlarının bakım sunarken gerekli bilgi, beceri ve tutumlarla donanmış ve yetkin olması gerekmektedir (Weerasekara et al., 2023). Klinik ortamlardaki zorlu hastalar, meslektaş iletişiminin yetersiz olması, yetersiz denetim ve teorik-klinik uyumsuzluğu gibi nedenlerle öğrenciler stres ve kaygı yaşayabilmektedir. Bunu önlemek için daha sağlam, kaliteli ve etkili bir klinik öğrenme ortamı oluşturulması önemlidir (Zhang et al., 2022). Ayrıca hemşirelik eğitiminin de bu ihtiyaçları karşılayabilecek düzeyde gelişmiş olması gerekmektedir (Weerasekara et al., 2023).

Etkili Klinik Öğrenme Ortamının Özellikleri

Klinik deneyim ve öğrenme ortamı, hemşirelik uygulamalarını öğrenmenin ve pratiğe dökmenin en önemli adımıdır. Hemşirelik eğitim programları, klinik öğrenme ortamlarını iyileştirmek ve öğrencileri desteklemek amacıyla günümüzde, işbirlikçi öğrenme birimleri, eğitim birimleri, mentörlük, oryantasyon programları, öğretim elemanı denetimli staj ve ortak hastane atamaları gibi programları yürütmektedir. Ancak tüm bunlara rağmen öğrenciler hala klinik öğrenme ortamı ile gerçek ortam arasında büyük farklılıklar olduğunu belirtmektedir (Phillips et al., 2017). Ancak bu farklılıklara rağmen, olumlu öğrenme ortamlarında iyileştirmeler yapılmasının öğrencilerde güven duygusunu ve yetkinliği arttırdığı belirtilmektedir (Ford et al., 2016).

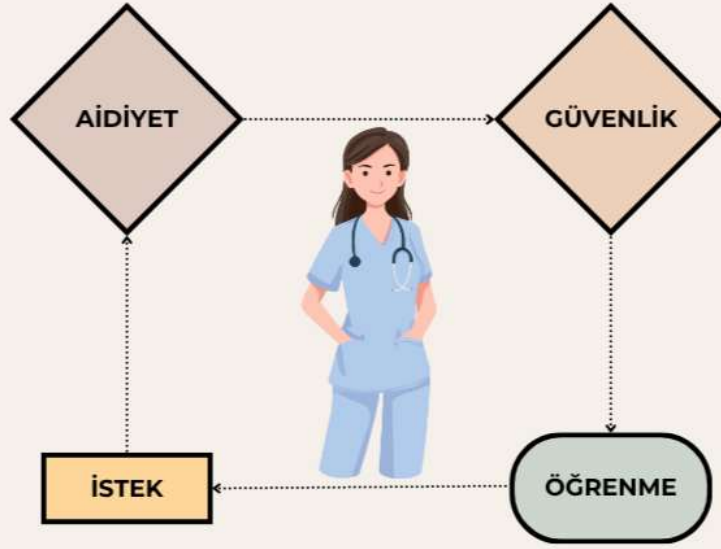
Genel olarak öğretim elemanına ait yetkinliklerde; öğrenci merkezli bir öğrenme ortamını teşvik etme, bireysel ihtiyaçların belirlenmesi, dinleme, destek sağlama, yapıcı bildirimlerde bulunma ve ödevler verilmesi gibi alanlarla ilişkilidir (Phillips et al., 2017). Klinik ortamda öğrenciden beklenen davranışlar ise dahil olma, olumlu ilişkiler kurma, motivasyon sahibi olma, soru sorma ve uygulamalara istekli olmadır. Klinik öğrenme ortamlarından en yüksek düzeyde fayda sağlamak ve ilerlemek için öğrencilerin şu dört özelliğe sahip olması gerektiği vurgulanmıştır: aidiyet, güvenlik (öz güven oluşturulması), istek ve öğrenme ihtiyacının karşılanmasıdır (Ford et al., 2016). Aidiyet duymak ve hoş karşılanmak, öğrencinin kabul ve değer gördüğünü hissetmesine yol açarak, klinik öğrenme ortamına ve personellere karşı

bağlılık duymasına katkı sağlamaktadır. Özellikle hemşirelerin destekleyici ve teşvik edici tutumu, öğrencinin motivasyonunu ve katılımını güçlendirir. Öte yandan, servis hemşireleri tarafından istenmeyen ve hoş karşılanmayan öğrencilerin ise kaygı duydukları ve öğrenmelerinin olumsuz etkilendiği belirtilmektedir (Turan et al., 2017).

Güvenlik (Öz güven oluşturulması); öğrencilerin klinik becerilerini uygulayabilecekleri ve yeterli öz güven sahibi olabilecekleri öğrenme fırsatlarının oluşturulması ve kolaylaştırılmasıdır. Bu süreçte öğrencinin durumunu anlayan, uygulamalara katılmasını teşvik eden, süreçle ilgili bilgi veren ve yaptıklarını açıklayan hemşirelerin rolü çok önemlidir. Ayrıca bu, yalnızca öğrenci için değil hemşire için de bazı katkılar sunan bir basamaktır. Hemşirenin kendi bilgilerini tazelemesine ve mesleki olarak gelişim sağlamasına katkıda bulunur (Altıok & Kızılkaya, 2017).

İstek, öğrencinin klinik ortamda becerilerini geliştirmeye istekli olması ve bu doğrultuda adımlar atmasıdır. Öğrenciler için önemli olan bir diğer faktör ise öğrenme etkinliklerine katılım fırsatı sunulmasıdır. Bu noktada servis hemşiresinin olumlu, cesaret verici, sabırlı ve teşvik edici olması son derece önemlidir. Böyle bir hemşire, klinik uygulamalarda “kolaylaştırıcı” faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Klinik kolaylaştırıcı hemşire, öğrencilerin geliştirmeleri gereken alanlar hakkında geri bildirim sağlar ve bu alanları belirlemede yol gösterici bir rol oynar (Ford ve ark., 2016; Özdemir et al., 2019).

Yüksek riskli hastaların bulunması, iş yükünün fazla olması ve personel yetersizliği gibi faktörler klinik sorumlularının öğrenciye destekleyici bir klinik ortam sunmalarının önündeki engeller arasındadır. Bu durumlar, öğrencilerin yeterli gözetim ve rehberlik alamamasına, kendilerini güvensiz ve dışlanmış hissetmelerine yol açar. Ayrıca, birçok klinik hemşiresinin öğrencilere yönelik rolleri konusunda yeterli bilgiye sahip olmaması, etkili bir öğrenme ortamı oluşturulmasını daha da zorlaştırmaktadır (Panda et al., 2021; Mathisen et al., 2023; Oshodi & Sookhoo, 2024).



Şekil 1. Klinik Öğrenme Ortamında Hemşirelik Öğrencisinin Sahip Olması Gereken Özellikler

Klinik Öğrenme Ortamının Öğrenci Üzerindeki Etkileri

Klinik öğrenme ortamının öğrenci üzerinde olumlu ve olumsuz birçok etkisi bulunmaktadır. Güvenli bir şekilde gerçekleşen klinik öğrenme, mesleki gelişimi, eleştirel düşünme, akıl yürütme ve karar vermeyi arttıran bir role sahiptir. Ayrıca öğrencilerin diğer meslek üyeleri ile iletişim halinde olmasını ve sosyalleşmesini de sağlar (Pienaar et al., 2022). Klinik öğrenme kapsamında yapılan stajların, karmaşık hemşirelik sorunlarını çözmeyi, teknik ve dokümantasyon becerilerini geliştirmeyi ve zaman yönetimini iyileştirmeye katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Ford et al., 2016).

Yapılan bir sistematik derleme çalışmasında öğrenciler tarafından bildirilen olumsuz deneyimler; klinikte hoş karşılanmama, istenmeme ve yük olma hissi, desteklenmeme ve görmezden gelinme, güvenilmeme, takdir edilmeme, personelin olumsuz tutumları, zorbalık, denetlenmeme, öğrenme fırsatlarını değerlendirememe ve yeterli öğrenme fırsatları sunulmamasıdır. Tüm bu olumsuz deneyimlere bağlı olarak da karşılanmayan bakım ihtiyaçlarında artış, güvenli olmayan bir bakım sunulması, hata riski ve rol model eksikliği ortaya çıkmaktadır (Oshodi & Sookhoo, 2024).

Klinik öğrenme ortamı, hemşirelik öğrencilerinin teorik bilgilerini uygulamaya aktarmalarını, mesleki kimlik kazanmalarını ve profesyonel becerilerini geliştirmelerini sağlar. Ancak karmaşık yapı, yoğun tempo, yetersiz rehberlik ve hata yapma korkusu gibi etkenler, öğrencilerde stres ve kaygıya yol açabilir. Bu durum, öğrenme motivasyonunu, öz güveni ve mesleğe yönelik tutumları olumsuz etkileyebilir (Bayrak & Emirza, 2025).

Klinik Öğrenme Ortamını Geliştirmeye Yönelik Girişimler

Klinik öğrenme ve öğrenme ortamlarını geliştirmeye yönelik; Yükseköğretim kurumları, sağlık hizmeti sağlayıcıları, öğrenci destekçileri, eğitmenler, akranlar ve öğrenci arasında bir işbirliği kurulmalıdır. Özellikle öğrenci destekçilerinin belirli kriterlere sahip olması klinik öğrenme açısından önemlidir. Bu kriterler; öğretmeye ilgili olmak, klinik açıdan yeterlilik sahibi olmak ve öğrenci savunuculuğu yapabilmektir. Bir diğer önemli nokta ise öğrencilerin kliniklerde kabul edilmesi, hemşirelik uygulamalarına dahil edilmesi ve değerli hissettirilmesidir. Böyle bir yaklaşımla, hemşirelik öğrencilerinde aidiyet duygusu gelişecektir ve bu da öz yeterlilik ve öz yönetim becerilerini arttıracaktır. Bu olumlu faydaları oluşturabilmek için klinik destekçi ve öğrenci oranının belirli bir düzeyde olması gerektiği ifade edilmektedir. Bu oran her 8 öğrenciye 1 klinik destekçi olması gerektiği yönündedir. Yine klinik öğrenmeyi kolaylaştırmak için her birimde bir iletişim kişinin olması gerektiği belirtilmektedir (Pienaar et al., 2022).

Personel eksikliği hemşirelikte ciddi bir endişe kaynağı olmaya devam etmektedir. Bu eksiklik hasta güvenliği, bakım kalitesi, komplikasyonlar ve ölüm oranları ile yakından ilişkilidir (Oshodi & Sookhoo, 2024). Yapılan bir çalışmada personel yetersizliğinin iş yükünde artış ile birlikte ölüm oranlarını arttırdığı saptanmıştır (Rocheffort et al., 2020). Ayrıca personel yetersizliğinin güvenli çalışma ortamlarını zedelediği, hata oranlarını arttırdığı dolayısıyla öğrencilerin klinik öğrenme ortamlarını olumsuz etkilediği belirtilmektedir (Oshodi & Sookhoo, 2024).

Literatürde Klinik Öğrenme Ortamı ve Sonuçlar

Literatürde klinik öğrenme ortamı ile çalışmalar bulunmaktadır. Eminoglu ve Duruk'un (2024) hemşirelik öğrencilerinin bakım davranışları ile klinik öğrenme çevresi arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, klinik öğrenme ortamına ilişkin olumlu algıların öğrencilerin bakım davranışlarını anlamlı biçimde güçlendirdiğini bildirmiştir. Araştırma bulgularına göre, öğrencilerin klinik uygulama öncesinde yeterli bilgilendirme alması, teorik bilgilerini sahaya etkili biçimde yansıtabilmesi ve destekleyici personel-öğrenci ilişkilerinin varlığı, hem klinik öğrenme ortamı algısını hem de bakım davranış düzeylerini olumlu yönde etkilemektedir

(Eminoğlu & Duruk, 2024). Biçer ve ark. (2015), hemşirelik öğrencilerinin ve klinikte çalışan hemşirelerin klinik uygulamada öğrenciye yapılan rehberliklerini değerlendirdikleri çalışmada, öğrenciler, klinik hemşirelerin eğitim süreçlerine katkısının sınırlı olduğunu, klinik hemşirelerin sorumluluk almadığı yönünde görüş bildirmişlerdir (Biçer et al., 2015). Turan ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada, hemşirelik intörn uygulamasına katılan öğrenciler ve klinik hemşirelerin görüşleri değerlendirilmiştir. Öğrenciler, intörn uygulaması sonrası el becerilerinin, bilgilerinin, öz güvenlerinin ve mesleğe olan sevgilerinin arttığını belirtmiştir. Klinik hemşireler ise öğrencilerin bilgi ve becerisinin geliştiğini, mesleğe uyum sağladıklarını ve iletişim becerilerinin arttığını ifade etmiştir (Turan et al., 2017). Papastavrou ve ark. (2016), Kıbrıs'ta 463 hemşirelik öğrencisiyle yürüttükleri çalışmada, öğrencilerin klinik öğrenme ortamından yüksek düzeyde memnuniyet duyduklarını bildirmiştir. Çalışmada “pedagojik atmosfer”, “mentörlük ilişkisi” ve “hemşire öğretmenin rolü” alt boyutlarının öğrenci memnuniyetiyle pozitif yönde ilişkili olduğu saptanmıştır (Papastavrou et al., 2016). Wang ve ark. (2024), klinik mentörlerin motivasyon, tutum ve mentörlük uygulamalarını inceledikleri araştırmada, etkili mentörlüğün öğrencilerin öz güvenini ve mesleki bağlılığını artırdığını, yetersiz mentör desteğinin ise klinik kaygıyı yükselttiğini belirtmişlerdir (Wang et al., 2024).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, hemşirelik öğrencilerinin klinik öğrenme ortamlarına ilişkin deneyimlerini ve bu ortamlarda karşılaştıkları stresörleri ortaya koyarak hemşirelik eğitiminin uygulama boyutuna yönelik önemli çıkarımlar sunmaktadır. Elde edilen bulgular, klinik öğrenme ortamının öğrenci başarısı, profesyonel kimlik gelişimi ve mesleğe bağlılık üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Uygun biçimde yapılandırılmış bir klinik öğrenme ortamı, öğrencilerin teorik bilgilerini pratik becerilere dönüştürmesini, güvenli bir bakım anlayışı geliştirmesini ve mesleki karar verme süreçlerinde daha yetkin hale gelmesini sağlamaktadır. Ancak, klinik ortamın karmaşık yapısı, yoğun tempo, personel yetersizliği, yetersiz süpervizyon ve olumsuz tutumlar, öğrencilerin stres ve kaygı düzeylerini artırmakta; öz güven, iletişim becerileri ve öğrenme motivasyonu üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır.

Klinik öğrenme ortamlarında karşılaşılan bu güçlükler, yalnızca bireysel öğrenci performansını değil, aynı zamanda hemşirelik eğitiminin genel kalitesini de etkilemektedir. Bu nedenle hemşirelik eğitim programlarının, öğrencilerin klinik deneyimlerini zenginleştirecek ve destekleyecek şekilde yeniden yapılandırılması önemlidir. Klinik ortamlarda mentörlük, danışmanlık ve öğrenci destek sistemlerinin etkin biçimde uygulanması, öğrencilerin aidiyet ve

güven duygularını güçlendirerek stresle baş etme becerilerini artırabilir. Ayrıca, uygulama öncesinde simülasyon, rol yapma ve vaka temelli eğitim gibi yöntemlerle öğrencilerin klinik ortama hazırlık düzeylerinin artırılması, hata yapma korkusunu azaltarak öğrenme sürecine olumlu katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, hemşirelik öğrencilerinin klinik öğrenme deneyimlerinin geliştirilmesi, profesyonel hemşirelik değerlerinin kazandırılması ve mesleğe yönelik olumlu tutumların güçlendirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda, eğitim kurumları ile klinik alanlar arasındaki iş birliği güçlendirilerek, öğrenci merkezli, destekleyici ve güvenli klinik öğrenme ortamlarının oluşturulması gerekmektedir. Bu yaklaşımlar, geleceğin hemşirelerinin mesleki yetkinliklerini ve bakım kalitesini artırmada temel bir adım olacaktır.

KAYNAKLAR

- Altıok, H., & Kızılkaya, M. (2017). Öğrencilerin Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Dersinin Klinik Uygulamasına İlişkin Yeterlilik Algıları. *Journal of anatolia nursing and health sciences*, 20, 22-33. <https://doi.org/10.17049/ahsbd.54873>.
- Bayrak, N. G., & Emirza, E. G. (2025). The effect of stress perceived in clinical practice on professional behavior in nursing students: A correlational and descriptive study. *Irish Journal of Medical Science*, 194(4), 1379. <https://doi.org/10.1007/s11845-025-03989-2>.
- Biçer, S., Ceyhan, Y. Ş., & Şahin, F. (2015). Hemşirelik öğrencileri ve klinik hemşirelerin klinik uygulamada öğrenciye yapılan rehberlik ile ilgili görüşleri. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 23(3), 215-223.
- Eminoğlu, A., & Duruk, N. (2024). Hemşirelik Öğrencilerinin Bakım Davranışları ile Klinik Öğrenim Çevresi Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. *Journal of Nursology*, 27(3), 182-194.
- Ford, K., Courtney-Pratt, H., Marlow, A., Cooper, J., Williams, D., & Mason, R. (2016). Quality clinical placements: The perspectives of undergraduate nursing students and their supervising nurses. *Nurse Education Today*, 37, 97-102. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2015.11.013>.
- Karimi Mirzanezam, A., Ghahramanian, A., Ghafourifard, M., Davoodi, A., Bagheriyeh, F., & Hajieskandar, A. (2024). Nursing students' perception of the clinical learning environment and its impact on academic adjustment: a cross-sectional descriptive study. *BMC Medical Education*, 24(1), 1543. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06562-0>.
- Mathisen, C., Bjørk, I.T., Heyn, L.G. et al. (2023). Practice education facilitators perceptions and experiences of their role in the clinical learning environment for nursing students: a qualitative study. *BMC Nurs* 22, 165. <https://doi.org/10.1186/s12912-023-01328-3>.
- Oshodi, T. O., & Sookhoo, D. (2024). Nursing students' perceptions of inadequate nurse staffing in the clinical learning environment – a systematic narrative review. *Nurse Education in Practice*, 82, 104221. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.104221>.
- Özdemir, Ü., Taşçı, S., Kartın, P., Göriş, S., Ceyhan, Ö., & Dogan, N. (2019). Hemşirelik Öğrencilerinin Hasta Güvenliği Konusundaki Bilgi Düzeyi ve Görüşleri. *Sağlık Bilimleri Dergisi*. <https://doi.org/10.34108/eujhs.485845>.
- Panda, S., Dash, M., John, J., Rath, K., Debata, A., Swain, D., Mohanty, K., & Eustace-Cook, J. (2021). Challenges faced by student nurses and midwives in clinical learning environment - A systematic review and meta-synthesis.. *Nurse education today*, 101, 104875. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2021.104875>.
- Papastavrou, E., Dimitriadou, M., Tsangari, H., & Andreou, C. (2016). Nursing students' satisfaction of the clinical learning environment: a research study. *BMC nursing*, 15(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s12912-016-0164-4>.

- Phillips, K. F., Mathew, L., Aktan, N., & Catano, B. (2017). Clinical education and student satisfaction: An integrative literature review. *International journal of nursing sciences*, 4(2), 205–213. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2017.03.004>.
- Pienaar, M., Orton, A. M., & Botma, Y. (2022). A supportive clinical learning environment for undergraduate students in health sciences: An integrative review. *Nurse Education Today*, 119, 105572. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105572>.
- Rocheffort, C. M., Beauchamp, M. E., Audet, L. A., Abrahamowicz, M., & Bourgault, P. (2020). Associations of 4 nurse staffing practices with hospital mortality. *Medical Care*, 58(10), 912-918. <https://doi.org/10.1097/MLR.0000000000001397>.
- Turan, G., Tan, M., & Dayapoğlu, N. (2017). Hemşirelik Öğrencilerinin ve Klinik Hemşirelerin İntörn Uygulamasına İlişkin Görüşlerinin Belirlenmesi (Determining The Opinions of Clinic Nurses and Nursing Students About Internship). *journal of anatolia nursing and health sciences*, 20, 170-179. <https://doi.org/10.17049/ahsbd.39165>.
- Wang, Y., Hu, S., Yao, J., Pan, Y., Wang, J., & Wang, H. (2024). Clinical nursing mentors' motivation, attitude, and practice for mentoring and factors associated with them. *BMC nursing*, 23(1), 76. <https://doi.org/10.1186/s12912-024-01757-8>.
- Weerasekara, I., Hall, M., Shaw, L., & Kiegaldie, D. (2023). Instruments evaluating the quality of the clinical learning environment in nursing education: an updated systematic review. *Nurse Education in Practice*, 71, 103732. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2023.103732>.
- Zhang, J., Shields, L., Ma, B., Yin, Y., Wang, J., Zhang, R., & Hui, X. (2022). The clinical learning environment, supervision and future intention to work as a nurse in nursing students: a cross-sectional and descriptive study. *BMC medical education*, 22(1), 548. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03609-y>.

HEMŞİRELİKTE KLİNİK KARAR VERME

Arş. Gör. Sebahat KUŞLU

Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
Gaziantep-Türkiye

ORCID: 0000-0002-5861-4617

Arş. Gör. Dr. Ayşe EMİNOĞLU GÜVEN

Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
Gaziantep-Türkiye

ORCID: 0000-0002-6738-5529

ÖZET

Amaç: Bu derlemenin amacı, klinik karar verme sürecinde hemşirelerin karar verme özgüveni ve anksiyetesi ile bu faktörlerin hemşirelik uygulamalarına yansımalarını güncel literatür ışığında incelemek ve geleceğe yönelik öneriler sunmaktır.

Yöntem: Çalışmada PubMed, Scopus, CINAHL, Web of Science, ULAKBİM ve DergiPark veri tabanlarında “clinical decision making”, “decision-making confidence”, “decision-making anxiety”, “nursing practice”, “hemşirelikte karar verme”, “özgüven”, “anksiyete” anahtar kelimeleri kullanılarak 2010–2025 yılları arasında yayımlanan ulusal ve uluslararası makaleler taranmıştır. Dahil edilen çalışmalar hemşirelerde klinik karar verme özgüveni, anksiyetesi ve uygulama sonuçlarını rapor eden araştırmalar ve derlemelerden oluşmaktadır.

Bulgular: Literatür, hemşirelerin klinik karar verme özgüveninin mesleki deneyim, bilgi düzeyi, kritik düşünme becerileri ve destekleyici iş ortamı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Karar verme anksiyetesi ise çoğunlukla yoğun iş yükü, zaman baskısı, mesleki sorumluluk ve belirsizlikle ilişkilendirilmekte, hem hemşirelerin karar kalitesini hem de bakım sonuçlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Çalışmalarda, yüksek özgüvenin hasta güvenliğini artırdığı, anksiyetenin ise karar verme sürecinde tereddüt ve hata riskini yükselttiği belirtilmektedir.

Sonuç: Hemşirelerde klinik karar verme süreci özgüven ve anksiyeteden güçlü biçimde etkilenmektedir. Bu nedenle hemşirelik eğitim programlarının kritik düşünme ve karar verme becerilerini destekleyici içeriklerle zenginleştirilmesi, klinik uygulamalarda ise mentorluk, süpervizyon ve karar destek sistemleri ile hemşirelerin güçlendirilmesi önerilmektedir. Gelecek araştırmalarda özgüven–anksiyete ilişkisinin kültürel bağlamda ve farklı klinik alanlarda daha kapsamlı incelenmesi önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Klinik karar verme, hemşirelik, özgüven, anksiyete, hemşirelik uygulamaları

CLINICAL DECISION-MAKING IN NURSING

ABSTRACT

Aim: This review aims to examine nurses' decision-making confidence and anxiety in the clinical decision-making process, reflecting on how these factors influence nursing practices in light of current literature, and to offer recommendations for the future.

Method: In this study, national and international articles published between 2010 and 2025 were searched in PubMed, Scopus, CINAHL, Web of Science, ULAKBİM, and DergiPark databases using the keywords “clinical decision making,” “decision-making confidence,” “decision-making anxiety,” “nursing practice,” “decision-making in nursing,” “confidence,” and “anxiety.” The included studies consisted of research and reviews reporting on nurses' clinical decision-making confidence, anxiety, and practice outcomes.

Results: The literature shows that nurses' confidence in clinical decision-making is related to professional experience, knowledge level, critical thinking skills, and a supportive work environment. Decision-making anxiety is mostly associated with heavy workload, time pressure, professional responsibility, and uncertainty, and can negatively affect both the quality of nurses' decisions and care outcomes. Studies indicate that high confidence increases patient safety, while anxiety increases hesitation and the risk of error in the decision-making process.

Conclusion: The clinical decision-making process in nurses is strongly influenced by self-confidence and anxiety. Therefore, it is recommended that nursing education programs be enriched with content that supports critical thinking and decision-making skills, and that nurses be empowered in clinical practice through mentoring, supervision, and decision support systems. Future research should examine the relationship between self-confidence and anxiety in a cultural context and in different clinical settings more comprehensively.

Keywords: Clinical decision-making, nursing, self-confidence, anxiety, nursing practices

1. Giriş

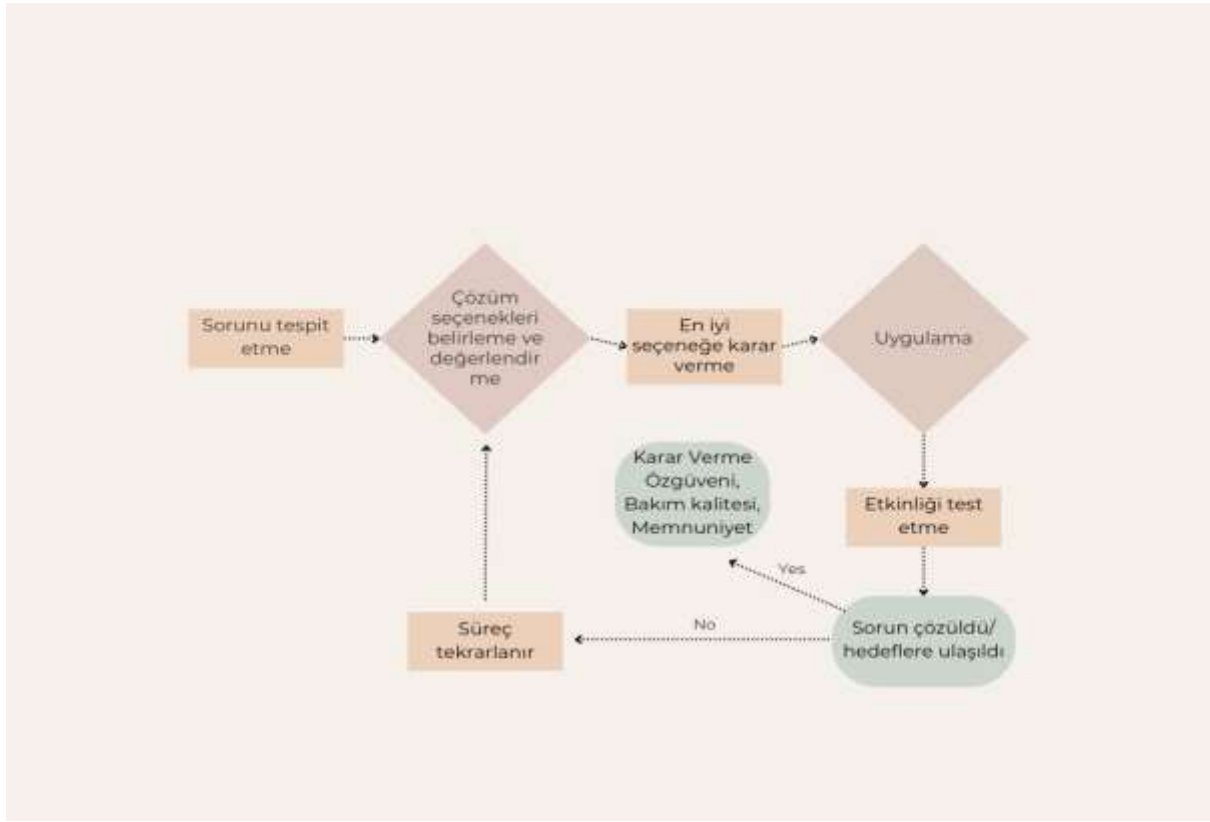
Sağlık hizmetlerinde bakım süreçlerinin doğası gereği karmaşık ve çok boyutlu olması, hemşirelerin bu süreçteki rolünü daha kritik hale getirmektedir. Hastaların değişen gereksinimleri, sağlık bakım sistemindeki hızlı dönüşümler ve multidisipliner işbirliğinin gerekliliği, karar verme sürecini daha da karmaşıklaştırmakta ve hemşirelerin sorumluluklarını artırmaktadır. Günümüzde bilginin hızla artması, sağlık teknolojilerindeki yenilikler ve kanıta dayalı uygulamaların yaygınlaşması, hemşirelik bakımının kapsamını genişletmiş; buna karşın hemşirelerin doğru, hızlı ve etkili karar vermelerini daha zor hale getirmiştir (Günerigök et al.,

2020). Bu noktada, klinik karar verme becerisi hemşirelik mesleğinin temel yeterliliklerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Krishnan, 2018).

Uluslararası düzeyde de hemşirelikte karar vermenin önemi vurgulanmaktadır. Nitekim Uluslararası Hemşireler Konseyi (ICN), hemşirelerin mesleki rollerini ve sorumluluklarını yerine getirebilmeleri için sahip olmaları gereken yeterlilik alanlarını tanımlamıştır. Bu yeterlilikler arasında araştırma yapabilme, liderlik, profesyonel karar verme, etik duyarlılık ve eleştirel düşünme gibi yetkinlikler ön planda yer almaktadır (Kim et al., 2022). Dolayısıyla hemşirelerden yalnızca bakım vermeleri değil, aynı zamanda bu bakımın niteliğini artıracak profesyonel kararları zamanında ve etkin biçimde almaları da beklenmektedir (Johansen & O'Brien, 2016).

Klinik karar verme; bilgiyi elde etme, yorumlama, analiz etme, değerlendirme ve sentezleme basamaklarını içeren çok boyutlu bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Günerigök et al., 2020). Hemşirelik uygulamalarında vazgeçilmez bir kavram olan bu süreç, yalnızca günlük klinik uygulamalarda değil, hemşirelik eğitiminde de öğretilmesi amaçlanan temel hedeflerden biridir (Çekiç & Sezer, 2024). Karar verme sürecini etkileyen faktörler arasında mesleki bilgi ve beceriler, eğitim düzeyi, kişisel özellikler, klinik deneyim, çalışma ortamı, geçmiş yaşantılar, stres ve anksiyete düzeyi yer almaktadır (Yıldırım-Keskin, 2020). Bu faktörlerin her biri hemşirenin karar sürecini doğrudan etkilemekte ve alınan kararların bakım kalitesi üzerindeki sonuçlarını belirlemektedir (Alaseeri et al., 2021).

Klinik karar verme süreci, sistematik olarak birkaç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; (1) sorunun belirlenmesi, (2) olası çözüm seçeneklerinin ortaya konması, (3) bu seçeneklerin değerlendirilmesi, (4) en uygun seçeneğin belirlenmesi, (5) seçilen kararın uygulanması ve (6) kararın sorunu çözmedeki etkinliğinin değerlendirilmesidir. Eğer ulaşılan sonuçlar bekleneni karşılamıyorsa, karar gözden geçirilerek süreç yeniden başlatılmalıdır. Bu yapı, hemşirelik süreci ile benzerlik göstermekte olup, bakımın planlanması ve yürütülmesinde karar verme basamaklarının önemini ortaya koymaktadır (Acar et al., 2022) (Tablo 1).

Tablo 1. Hemşirelikte Klinik Karar Verme Uygulama Süreci

Sonuç olarak, klinik karar verme hemşirelerin profesyonel rollerini yerine getirmelerinde temel bir yeterlilik alanı olup, hemşirelik uygulamalarının niteliğini ve hasta güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle hemşirelik eğitim programlarında karar verme becerilerinin kazandırılmasına, klinik uygulamalarda ise karar verme sürecini destekleyen mekanizmaların geliştirilmesine önem verilmelidir (Abdelhamed et al., 2023; Candan Dönmez et al., 2025).

Klinik karar verme süreçleri başlıca üç temel modele dayanmaktadır.

1. Analitik (Sistemik-pozitivist) Model

Analitik (sistemik-pozitivist) model, hemşirelikte klinik karar verme sürecinde rasyonel, mantıksal ve adım adım ilerleyen bir yaklaşımı temel alır. Bu modelde hemşire, karşılaştığı klinik problemi çözmek için sistematik olarak veri toplar, bu verileri analiz eder, alternatif çözümleri değerlendirir ve en uygun kararı seçer. Analitik model, karar verme sürecinin nesnel, ölçülebilir ve bilimsel verilere dayalı olarak yürütülmesini vurgular. Bu yaklaşım, bilgiye dayalı rasyonel analizle karar vermeyi, özellikle yeni başlayan hemşireler için yol gösterici bir çerçeve olarak öne çıkarır (Thompson, 1999; Park et al., 2023).

Literatürde analitik modelin karar verme sürecinde sistematik veri toplama, analiz, alternatiflerin değerlendirilmesi ve bilimsel kanıtlara dayalı karar seçimini içerdiğini

belirtmektedir. Ayrıca bu modelin hemşirelerin karar verme yetkinliğini artırmada ve hata riskini azaltmada önemli rol oynadığını vurgulamaktadır (Krishnan, 2018; Park et al., 2023).

2. İntüitif-İnsancıl Model: Hemşirelikte klinik karar verme sürecinde deneyim ve sezgiye dayalı, hızlı ve otomatik kararların ön plana çıktığı bir yaklaşımdır. Bu modelde hemşireler, karşılaştıkları klinik durumları geçmişteki deneyimlerinden edindikleri bilgi ve örüntü tanıma yetenekleriyle değerlendirirler; çoğu zaman kararlarını bilinçli bir analiz yapmadan, “içgüdüsel” olarak verirler (Melin-Johansson et al., 2017; Miller & Hill, 2018).

Araştırmalar, deneyimli hemşirelerin karmaşık ve belirsiz durumlarda sezgisel karar verme süreçlerini daha sık kullandığını, bu sayede hızlı ve etkili müdahalelerde bulunabildiklerini göstermektedir (Melin-Johansson et al., 2017; Miller & Hill, 2018). Sezgi, hemşirelik bakımında güvenliğin ve hasta sonuçlarının iyileştirilmesinde önemli bir rol oynar. Ancak, sezgisel kararların doğruluğu büyük ölçüde deneyime ve klinik bilgiye bağlıdır. Bu nedenle yeni başlayan hemşirelerde sezgiye dayalı kararlar daha az güvenilir olabilir (Price et al., 2017; Pretz & Folse, 2011).

3. Bilişsel Süreklilik Modeli: Analitik ve Sezgisel Yaklaşımların Birlikte Kullanımı

Klinik karar verme sürecinde analitik (mantıksal, sistematik) ve sezgisel (deneyime ve içgüdüye dayalı) yaklaşımların birbirinden tamamen ayrı değil, bir süreklilik içinde ve birlikte kullanılabileceğini savunur. Bu modele göre hemşireler ve diğer sağlık profesyonelleri, karşılaştıkları klinik durumun karmaşıklığına, zaman baskısına ve eldeki bilginin niteliğine göre karar verme stratejilerini esnek biçimde seçerler. Klinik ortamda bazı durumlar hızlı sezgisel kararlar gerektirirken, bazıları ise daha sistematik ve analitik düşünmeyi zorunlu kılar. Hemşireler, karar verirken bu iki yaklaşımı birleştirir ve gerektiğinde birinden diğerine geçiş yapabilirler. Özellikle karmaşık, belirsiz veya zaman baskısı olan klinik durumlarda hem analitik hem de sezgisel unsurların birlikte kullanılması daha etkili ve güvenli kararlar alınmasını sağlar (Conlon et al., 2023).

4. Klinik Karar Verme Sürecinde Etkili Olan Bireysel Faktörler

4.1. Öz Güven

Öz güven, klinik karar vermeyi etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Sıklıkla öz yeterlilik kavramıyla birlikte kullanılmaktadır. Öz güven; bir görevi başarmak için sağlamlığına ve yeteneğine duyulan güvendir. Öz yeterlilik ise; bir eylemi etkili bir biçimde tamamlayabilme yeteneğine duyulan güvendir (Chow et al., 2023). Yüksek öz güven, klinik karar alma ve öğrenme becerilerini olumlu yönde etkileyen bir faktördür (Acar et al., 2022). Hemşirelik

öğrencileriyle gerçekleştirilen bir çalışmada; öğrencilerin kendilerine güvenmelerinin doğru ve etkili kararlar almada önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir (Yıldırım-Keskin, 2020).

Başta yeni mezunlar olmak üzere, hemşirelik öğrencileri ve hemşirelerin düşük öz yeterlilik ve öz güvenden dolayı, uygun ve etkili klinik kararlar veremedikleri belirtilmektedir. Yüksek öz yeterlilik ve öz güvene sahip hemşirelerin, karmaşık ve zorlu süreçlerle daha etkili başa çıkabildikleri görülmüştür (Gheisari et al., 2025).

4.2. Anksiyete

Anksiyete; sürekli bir felaket olacağı ve korkunç şeyler yaşanacağı düşüncesiyle ortaya çıkan duygudur (Gebreegziabher et al., 2025). Anksiyete, klinik karar vermeyi olumsuz etkileyen psikolojik faktördür. Özellikle hemşirelik öğrencilerinde, yetersiz bilgi, beceri ve deneyim öğrencilerde yetersizlik duygusuna neden olmakta, anksiyeteyi arttırmakta ve tıbbi hataya neden olmaktadır (Çekiç & Sezer, 2024).

Çekiç ve Sezer'in (2024) hemşirelik öğrencileriyle yaptığı çalışmada; klinik karar verme anksiyetesi ile tıbbi hata yapma eğilimi arasında negatif yönde ilişki olduğu saptanmıştır (Çekiç & Sezer, 2024). Öğrencilerin klinik karar verme sürecindeki öz güvenlerini arttırmak ve kaygılarını azaltmanın, aktif öğrenme süreçlerini olumlu etkileyeceği de vurgulanmaktadır (Hallemeyer et al., 2024).

5. Klinik Karar Verme Sürecinde Etkili Olan Çevresel Faktörler

5.1. Çalışma Ortamı

Çalışma ortamının fiziksel, psikososyal ve kültürel özellikleri, hemşirelerin sağlığını ve karar verme süreçlerini etkiler. İyileştirici bir çevre, hemşirenin ve hastanın konforunu artırır, stres ve tükenmişlik riskini azaltır. Florence Nightingale'in de vurguladığı gibi, ışık, temiz hava, sessizlik, uygun sıcaklık ve hijyenik koşullar, bakım kalitesini yükseltir (Nightingale, 1992; Özkan & Bilgin, 2016). Ayrıca çalışma ortamında yaşanan travmalar, hemşirelerde travma sonrası stres belirtilerine yol açabilir ve bu durum mesleki motivasyonu olumsuz etkileyebilir (Yasal & Günüşen, 2019).

5.2. Ekip ve Yönetici Desteği

Ekip içi iletişim ve yönetici desteği, hemşirelerin stresle başa çıkmasında ve iş doyumunda belirleyicidir. Ekip desteği, hemşirelerin zor durumlarla baş etmesini kolaylaştırırken, yönetici desteği ise kurumsal bağlılık ve motivasyonu artırır. Özellikle kriz dönemlerinde (ör. COVID-19), yönetici desteği hemşirelerin bakım verme isteğini ve psikolojik dayanıklılığını artırır

(Sharif et al., 2021). Yetersiz destek, hemşirelerin meslekten soğumasına ve hasta bakımında olumsuz sonuçlara yol açabilir (Yasal & Günüşen, 2019).

5.3. Zaman Baskısı

Acil servis gibi yoğun ve hızlı karar verilmesi gereken ortamlarda zaman baskısı, hemşirelerin stres düzeyini artırır ve karar verme süreçlerini olumsuz etkileyebilir. Zaman baskısı altında çalışan hemşireler, daha fazla hata yapma riskiyle karşı karşıya kalabilir ve hasta ile iletişimde azalma görülebilir (Yasal & Günüşen, 2019). Zaman kısıtı altında çalışan hemşireler, genellikle hızlı değerlendirme ve “mental kısayollar” kullanır; bu yöntemler hayat kurtarıcı olsa da yanlış karar alma olasılığını yükseltir (Zavala et al., 2018).

5.4. Kaynaklara Erişim

Malzeme, ekipman, bilgi ve eğitim gibi kaynakların yeterli ve ulaşılabilir olması, hemşirelerin klinik kararlarını daha güvenli, hızlı ve doğru şekilde almalarını sağlar. Yeterli kaynak, hemşirelerin mesleki bilgi ve becerilerini etkin kullanmasına, hasta ihtiyaçlarını zamanında karşılamasına ve bakım kalitesini artırmasına olanak tanır. Kaynak eksikliği, hemşirelerin iş yükünü artırır ve hasta güvenliğini tehlikeye atabilir (Sloane et al., 2018; Cao et al., 2025; Lavoie et al., 2023).

6. Literatürde Klinik Karar Verme ve Hemşirelik Sonuçları

Literatüre bakıldığında hemşirelikte klinik karar vermeye yönelik çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Yıldırım-Keskin'in (2020) hemşirelik öğrencileriyle yaptığı çalışmada; öğrencilerin klinik karar verme düzeylerinin orta düzeyde olduğu saptanmıştır (Yıldırım-Keskin, 2020). Hemşirelik öğrencileriyle yapılan başka bir çalışmada ise öğrencilerin klinik karar verme düzeylerinin ortalamanın üzerinde olduğu belirlenmiştir (Karacabay et al., 2022). Yeni mezun hemşirelerin öz güven ve kaygı düzeyinin klinik karar verme ile ilişkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada; %69'unun yüksek öz güven düzeyine ve %66'sının düşük anksiyete düzeyine sahip olduğu bulunmuştur (Espinosa-Rivera et al., 2019). Anestezi hemşireliği öğrencilerinin klinik karar verme ve klinik öz-yeterliliklerini belirlemeye yönelik yapılan çalışmada; öğrencilerin karar verme ve öz-yeterlilikleri yetersiz bulunmuştur (Albooghobeish et al., 2023). Ürdün'de yoğun bakım hemşireleriyle yürütülen çalışmada ise hemşirelerin klinik karar vermelerinin yüksek düzeyde olduğu ve bunun öz yeterlilik ile pozitif ilişki gösterdiği belirlenmiştir (Btoush et al., 2024). Etiyopya'da yapılan çalışmada ise; hemşirelik öğrencilerinin klinik uygulama sırasında algıladıkları iyi öz güven oranı %49,1, algıladıkları kaygı oranı ise %46,9 olduğu bildirilmiştir (Gebreegziabher et al., 2025).

Klinik karar verme becerilerinin geliştirilmesi ve doğru kararlar alınıp uygulanmasıyla; malpraktisler azalmakta, kaynaklar daha etkin kullanılmakta ve bakım maliyetleri düşmektedir. Aynı zaman da bakımın kalitesi ve memnuniyet de artmaktadır (Günerigök et al., 2020). Sağlık ortamlarının ve bakım süreçlerinin daha karmaşık hale gelmesiyle birlikte hemşirelerin karar verme süreçleri daha da zorlaşmaktadır. Bu da iş streslerini arttırmaktadır. Üçüncü basamak hastanelerde çalışan hemşirelerle gerçekleştirilen çalışmada; klinik karar verme becerileri ile iş stresi arasında anlamlı ilişki saptanmıştır (Kim et al., 2022).

7. Sonuçlar ve Öneriler

Bu derlemeden elde edilen bulgular, klinik karar vermenin hemşirelik mesleğinin en kritik yeterliliklerinden biri olduğunu ve karar verme sürecinin öz güven ile anksiyete düzeyi gibi bireysel özelliklerden ve ekip ve yönetici desteği, zaman baskısı ve kaynaklara erişim gibi çevresel özelliklerden güçlü biçimde etkilendiğini ortaya koymaktadır. Literatürde hemşirelerin öz güven düzeyinin yüksek olmasının karar alma becerilerini güçlendirdiği, karar verme sürecinde daha etkin ve hızlı hareket etmelerine katkı sağladığı ve hasta güvenliğini artırdığı görülmektedir. Öte yandan, yoğun iş yükü, zaman baskısı, belirsizlik ve mesleki sorumlulukların yarattığı anksiyetenin karar verme sürecini olumsuz etkilediği; hata riskini artırdığı ve hemşirelerin mesleki doyumunu olumsuz etkilediği belirtilmektedir. Özellikle yeni mezun hemşirelerde öz güvenin düşük, anksiyetenin ise yüksek düzeyde seyrettiği, bunun da klinik karar verme sürecinde güçlük yarattığı çalışmalarda rapor edilmiştir. Deneyim kazandıkça öz güvenin arttığı, anksiyetenin ise azaldığı ve karar verme süreçlerinin daha rasyonel hale geldiği söylenebilir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, hemşirelik eğitiminde klinik karar verme becerilerinin geliştirilmesi kritik bir ihtiyaçtır. Simülasyon uygulamaları, vaka temelli öğrenme yöntemleri ve problem temelli eğitimler, hemşirelerin öz güvenini artırmakta ve anksiyetelerini azaltmaktadır. Klinik uygulama alanında ise mentorluk ve süpervizyon desteği, hemşirelerin karar verme süreçlerinde kendilerini daha yeterli hissetmelerini sağlamaktadır. Ayrıca, karar destek sistemleri ve teknoloji temelli uygulamaların kullanımı hemşirelerin kararlarını kolaylaştırmakta, hata riskini azaltmakta ve bakım kalitesini yükseltmektedir.

Sonuç olarak, klinik karar verme süreci hemşirelik mesleğinin kalbinde yer almakta; öz güven ve anksiyete düzeyleri gibi bireysel özellikler bu sürecin niteliğini doğrudan etkilemektedir. Hemşirelerin mesleki gelişimlerinin desteklenmesi, eğitim süreçlerinin karar verme becerilerini geliştirecek biçimde yapılandırılması ve klinik uygulamalarda öz güveni artırıcı, anksiyeteyi

azaltıcı mekanizmaların geliştirilmesi hem bireysel hem de toplumsal düzeyde sağlık hizmetlerinin niteliğini yükseltecektir.

KAYNAKLAR

- Abdelhamed, F. G., Eid, N. M., Diab, G. M., & El-Guindy, H. A. (2023). A Concept Analysis of Nurses Clinical Decision Making. *Menoufia Nursing Journal*, 8(2), 155-161. <https://doi.org/10.21608/menj.2023.311907>.
- Acar, M. D., Güner, Ü. Ç., & Vural, B. (2022). The effect of case-based learning methods on self-confidence and anxiety of pediatric nursing students in clinical decision making process. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(4), 501-508. <https://doi.org/10.34087/cbusbed.1052241>.
- AL Btoush, M. R., Malak, M. Z., Hamaideh, S. H., & Shuhaiber, A. H. (2025). The relationship between emotional intelligence, self-efficacy, and clinical decision-making among critical care nurses in Jordan. *Journal of Human Behavior in the Social Environment*, 35(3), 454-468. <https://doi.org/10.1080/10911359.2024.2310261>.
- Alaseeri, R., Rajab, A., & Banakhar, M. (2021). Do Personal Differences and Organizational Factors Influence Nurses' Decision Making? A Qualitative Study. *Nursing Reports*, 11(3), 714-727. <https://doi.org/10.3390/nursrep11030067>.
- Albooghobeish, M., Saidkhani, V., Angali, K. A., & Farzaneh, M. (2023). Clinical Decision-Making and Self-efficacy Skills in Anesthesiology Nursing Students: A Cross-Sectional Study. *Shiraz E-Medical Journal*, 24(4). <https://doi.org/10.5812/semj-134178>.
- Candan Dönmez, Y., Sahin Koze, B., Durmaz Edeer, A., Cigerci, Y., Yilmaz, E., Gök, F., ... & Yavuz Van Giersbergen, M. (2025). Evaluation of clinical decision-making perception of nursing students: the Aegean region case. *BMC nursing*, 24(1), 486. <https://doi.org/10.1186/s12912-025-03123-8>.
- Cao, Y., Gao, Y., Shao, J., Shi, L., Sun, W., Yan, T., & Dong, Y. (2025). Perceived Care Quality of Frontline Clinical Nurses in China and Its Predictors: A Mixed-Methods Study.. *Journal of advanced nursing*. <https://doi.org/10.1111/jan.16943>.
- Chow, K. M., Ahmat, R., Leung, A. W., & Chan, C. W. (2023). Is high-fidelity simulation-based training in emergency nursing effective in enhancing clinical decision-making skills? A mixed methods study. *Nurse Education in Practice*, 69, 103610. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2023.103610>.
- Conlon, D., Raeburn, T., & Wand, T. (2023). Cognitive Continuum Theory: Can it contribute to the examination of confidentiality and risk-actuated disclosure decisions of nurses practising in mental health?. *Nursing Inquiry*, 30(2), e12520. <https://doi.org/10.1111/nin.12520>.
- Çekiç Y, Sezer TA. İntörn Hemşirelik Öğrencilerinin Klinik Karar Vermede Özgüven ve Anksiyete Düzeylerinin Tıbbi Hata Yapma Eğilimleri ile İlişkisi. *STED*. 2024;33(3):208-17. <https://doi.org/10.17942/sted.1434424>.
- Espinosa-Rivera, B. P., Morán-Peña, L., García-Piña, M. A., González-Ramírez, P., & López-Ruiz, C. M. (2019). Self-confidence and anxiety as intervening factors in clinical decision-making in newly nursing bachelor graduates. *American Journal of Nursing Science*, 8(2), 59-67. <https://doi.org/10.11648/j.ajns.20190802.14>.
- Gebreegziabher, A., Bitsa, Y., Bahre, W., & Tesfamicale, Y. A. (2025). Perceived anxiety and self-confidence among undergraduate nursing students during clinical practice in selected colleges providing nursing studies in Addis Ababa, Ethiopia, 2023: prospective observational multicenter cross-sectional study. *Annals of Medicine and Surgery*, 87(3), 1171-1180.
- Gheisari, F., Farzi, S., Tarrahi, M. J., Momeni-Ghaleghasemi, T., Farzi, S., Nazari, F., & Riahi, R. T. (2025). The effect of an ISBAR-based clinical supervision model during handover on clinical decision-making and self-efficacy of nursing internship students: a quasi-experimental study. *BMC medical education*, 25(1), 815. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-07426-x>.

- Günerigök F, Yılmaz Kurt F, Küçükoglu S. Hemşirelik Öğrencilerinin Klinik Karar Verme Sürecinde Özgüven ve Anksiyete Düzeylerinin Belirlenmesi: İki Farklı Program Örneği. *Journal of Anatolia Nursing and Health Sciences*. 2020;23(1):77-94. <https://doi.org/10.17049/ataunihem.549320>.
- Hallemeier, D., Tyo, M., & Travers, E. A. (2024). Implementation of clinical reasoning concepts to improve clinical judgment and self-confidence of nursing students in the clinical setting. *Teaching and Learning in Nursing*, 19(2), e350-e357. <https://doi.org/10.1016/j.teln.2023.12.013>.
- Johansen, ML ve O'Brien, JL (2016, Ocak). Hemşirelik uygulamasında karar verme: bir kavram analizi. *Hemşirelik Forumu'nda* (Cilt 51, No. 1, s. 40-48). <https://doi.org/10.1111/nuf.12119>.
- Karacabay, K., Savcı, A., & Öztürk, B. (2022). Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Dersi Alan Öğrencilerin Kendi Kendine Öğrenme, Klinik Karar Verme ve Yansıtıcı Düşünme Düzeylerinin İncelenmesi. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 10(2), 667-680. <https://doi.org/10.33715/inonusaglik.1036039>.
- Kim, M. Y., Kim, J. H., & Choi, S. J. (2022). Mediating effects of role clarity between clinical decision-making abilities and job stress for advanced practice nurses at tertiary hospitals. *Journal of Korean Critical Care Nursing*, 15(2), 27-38. <https://doi.org/10.34250/jkccn.2022.15.2.27>.
- Krishnan, P. (2018). A philosophical analysis of clinical decision making in nursing. *Journal of Nursing Education*, 57(2), 73-78. <https://doi.org/10.3928/01484834-20180123-03>.
- Lavoie, P., Lapierre, A., Maheu-Cadotte, M., Desforges, J., Crétaz, M., & Mailhot, T. (2023). Measurement properties of self-reported clinical decision-making instruments in nursing: A COSMIN systematic review. *International Journal of Nursing Studies Advances*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.ijnsa.2023.100122>.
- Melin-Johansson, C., Palmqvist, R., & Rönnberg, L. (2017). Clinical intuition in the nursing process and decision-making—A mixed-studies review. *Journal of clinical nursing*, 26(23-24), 3936-3949. <https://doi.org/10.1111/jocn.13814>.
- Miller, E. M., & Hill, P. D. (2018). Intuition in clinical decision making: Differences among practicing nurses. *Journal of Holistic Nursing*, 36(4), 318-329. <https://doi.org/10.1177/0898010117725428>.
- Nightingale, F. (1992). *Notes on nursing: What it is, and what it is not*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Özkan, H. A., & Bilgin, Z. (2016). Hemşireliğin felsefi özü iyileştirme ve iyileştirici bakım yöntemleri. *HSP Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 3(3), 191-200. <https://doi.org/10.17681/hsp.49209>.
- Park, M., Gu, M., & Sok, S. (2023). Path model on decision-making ability of clinical nurses. *Journal of Clinical Nursing*, 32(7-8), 1343-1353. <https://doi.org/10.1111/jocn.16292>.
- Pretz, J. E., & Folse, V. N. (2011). Nursing experience and preference for intuition in decision making. *Journal of clinical nursing*, 20(19-20), 2878-2889. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2011.03705.x>.
- Price, A., Zulkosky, K., White, K., & Pretz, J. (2017). Accuracy of intuition in clinical decision-making among novice clinicians. *Journal of advanced nursing*, 73(5), 1147-1157. <https://doi.org/10.1111/jan.13202>.
- Sharif Nia, H., Arslan, G., Naghavi, N., Sivarajan Froelicher, E., Kaveh, O., Pahlevan Sharif, S., & Rahmatpour, P. (2021). A model of nurses' intention to care of patients with COVID-19: Mediating roles of job satisfaction and organisational commitment. *Journal of clinical nursing*, 30(11-12), 1684-1693. <https://doi.org/10.1111/jocn.15723>.
- Sloane, D., Smith, H., McHugh, M., & Aiken, L. (2018). Effect of Changes in Hospital Nursing Resources on Improvements in Patient Safety and Quality of Care: A Panel Study. *Medical Care*, 56, 1001–1008. <https://doi.org/10.1097/mlr.0000000000001002>.
- Thompson, C. (1999). A conceptual treadmill: the need for 'middle ground' in clinical decision making theory in nursing. *Journal of advanced nursing*, 30(5), 1222-1229. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.1999.01186.x>.

- Yasal, D., & Günüşen, N. P. (2019). Acil Serviste Çalışan Hemşirelerin Travma Sonrası Stres Belirtilerini Etkileyen Faktörler ve Hemşirelerin Başetme Yollarının İncelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 12(1), 74-81.
- Yıldırım Keskin, A. (2020). Hemşirelik Öğrencilerinin Klinik Karar Verme Algıları ve Klinik Karar Vermelerini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(2), 102-111. <https://doi.org/10.46971/ausbid.751280>.
- Zavala, A., Day, G., Plummer, D., & Bamford-Wade, A. (2018). Decision-making under pressure: medical errors in uncertain and dynamic environments.. *Australian health review : a publication of the Australian Hospital Association*, 42 4, 395-402. <https://doi.org/10.1071/ah16088>.

İMMÜN KONTROL NOKTASI İNHİBİTÖRLERİNDEN NIVOLUMAB: YAN ETKİLER VE HEMŞİRELİK YÖNETİMİ

Assistant Professor Ulku Saygili Duzova

Selçuk University, Faculty of Nursing, Department of Internal Medicine Nursing, Konya, Turkey

Orcid ID: 0000-0001-8402-0022

Özet

Bu derlemenin amacı, immün kontrol noktası inhibitörlerinden biri olan Nivolumab'ın kanser tedavisindeki yeri, immün aracılı advers etkiler (irAE) profili ve hemşirelik bakımındaki rolünü güncel literatür doğrultusunda incelemektir. İmmün kontrol noktası inhibitörleri (İKNI), bağışıklık sistemini yeniden aktive ederek tümör hücrelerinin tanınmasını ve yok edilmesini sağlayan yenilikçi kanser tedavi ajanlarıdır. Bu ajanlardan biri olan Nivolumab, PD-1 reseptörünü hedefleyerek T hücre yanıtını artırmakta ve birçok malignitede anlamlı sağkalım avantajı sağlamaktadır. Bununla birlikte, tedavi sürecinde gelişebilen immün aracılı advers etkiler (irAE), klinik yönetim açısından önemli zorluklar oluşturmakta ve multidisipliner bir yaklaşım gerektirmektedir. Nivolumab; malign melanom, küçük hücre dışı akciğer kanseri (KHDAK), renal hücreli karsinom ve baş-boyun kanserlerinde sağkalım yararı göstermiştir. En sık görülen immün ilişkili advers etkiler yorgunluk, cilt döküntüsü/pruritus, iştahsızlık ve diyaredir; pnömonitis, kolit, hepatit, nefrit ve endokrinopatiler daha nadir görülse de ciddi seyirli olabilmektedir. KHDAK'ta pnömonitis riski görece yüksek olup, tümör progresyonu ile karıştırılabilir. PD-L1 ekspresyon düzeyi genellikle daha iyi tedavi yanıtı ile ilişkili olmakla birlikte, tek başına belirleyici bir biyobelirteç değildir. Tümör mutasyon yükü (TMB), seçilmiş olgularda tamamlayıcı öngörü değeri sunabilir. Hemşireler, immünoterapi sürecinde yalnızca tedaviyi uygulayan değil; aynı zamanda erken tanılama, hasta eğitimi, semptom yönetimi ve multidisipliner koordinasyonu sağlayan kilit profesyonellerdir. Nivolumab birçok kanser türünde kalıcı klinik fayda sağlamakla birlikte, irAE riskleri nedeniyle yapılandırılmış ve protokollere dayalı hemşirelik bakımını zorunlu kılar. Biyobelirteç temelli hasta seçimi, dereceye göre toksisite yönetimi ve etkili eğitim-koordinasyon uygulamaları, tedavi başarısının temel belirleyicileridir.

Anahtar Kelimeler: Nivolumab; İmmün Kontrol Noktası İnhibitörü; İmmünoterapi; Hemşirelik yönetimi; Yan etki

Abstract

This review aims to examine the clinical role of nivolumab one of the immune checkpoint inhibitors (ICIs) its spectrum of immune-related adverse events (irAEs), and the implications

for nursing management based on current evidence. Immune checkpoint inhibitors (ICIs) are innovative cancer therapies that reactivate the immune system to recognize and destroy tumor cells. Nivolumab, a PD-1 inhibitor, enhances T-cell responses and provides significant survival benefits across various malignancies. However, immune-related adverse events (irAEs) that occur during treatment pose clinical challenges requiring a multidisciplinary approach. Nivolumab has demonstrated survival benefits in malignant melanoma, non-small cell lung cancer (NSCLC), renal cell carcinoma, and head and neck cancers. The most frequent irAEs include fatigue, rash/pruritus, anorexia, and diarrhea, whereas pneumonitis, colitis, hepatitis, nephritis, and endocrinopathies are less common but may be severe. In NSCLC, the risk of pneumonitis is relatively higher and can be mistaken for disease progression. Although high PD-L1 expression generally correlates with better therapeutic outcomes, it is not a standalone predictive biomarker. Tumor mutational burden (TMB) may serve as a complementary predictor in selected cases. Nurses play a pivotal role in the immunotherapy process—not only as treatment providers but also as professionals responsible for early recognition, patient education, symptom management, and multidisciplinary coordination. While nivolumab provides durable clinical benefits in many cancers, the potential for irAEs necessitates structured, protocol-based nursing care. Biomarker-guided patient selection, grade-based toxicity management, and effective education and coordination are key determinants of treatment success.

Keywords: Nivolumab; Immune Checkpoint Inhibitor; Immunotherapy; Nursing management; adverse events

Giriş

İmmünoterapi, organizmanın doğal bağışıklık sistemini yeniden eğiterek veya güçlendirerek kanser hücrelerini tanımasını ve ortadan kaldırmasını hedefleyen yenilikçi bir tedavi stratejisidir. Bu yaklaşımın temel felsefesi, “vücudun kendi savunma sistemini, tümöre karşı farmakolojik bir araç olarak kullanmak”tır. Geleneksel tedavi yöntemleri olan kemoterapi, radyoterapi ve cerrahi tedaviler, yalnızca kanserli hücreleri değil, aynı zamanda sağlıklı dokuları da etkileyebilmektedir. Bu nedenle, sadece kanser hücrelerini hedef alarak seçici etki gösteren immünoterapiler son yıllarda büyük ilgi görmüştür. Günümüzde immünoterapi, cerrahi, kemoterapi ve radyoterapiye ek olarak kanser tedavisinin dâîer temel ayağı olarak kabul edilmektedir. Klasik sitotoksik tedavilerden farklı olarak, immünoterapi immün homeostazı manipüle ederek tümör mikroçevresini yeniden şekillendirir ve uzun süreli immün

bellek yanıtları oluşturarak hastalığın nüks etme riskini azaltır (Can, Kutlutürkan & Kapucu, 2022, Wiley et al., 2017).

İmmünoterapinin etki mekanizması, bağışıklık sistemini tümör hücrelerine karşı yeniden etkin hale getirmeye dayanır. Kanser hücreleri, bağışıklık sisteminden kaçabilmek için PD-1/PD-L1 veya CTLA-4 gibi kontrol noktası yollarını kullanırlar. İmmün kontrol noktası inhibitörleri olarak adlandırılan ilaçlar bu yolları bloke ederek, baskılanmış T hücrelerini yeniden aktive eder ve antitümör immün yanıtı güçlendirir (Brahmer, Hammers & Lipson, 2015). Böylece immünoterapi, bağışıklık sistemini doğrudan tümör hücrelerine karşı yönlendirerek uzun süreli remisyon ve sağkalım avantajı sağlayabilir (Can, Kutlutürkan & Kapucu, 2022, Wiley et al., 2017). Bu ajanlar, PD-1/PD-L1 ve CTLA-4 gibi immün baskılayıcı yolları bloke ederek T hücrelerinin tümöre karşı aktivasyonunu artırmakta ve immün sistemin tümör üzerindeki kontrolünü güçlendirmektedir. İKNI'ler arasında özellikle Nivolumab, klinik etkinliği, geniş kullanım alanı ve yaşam süresine katkısı nedeniyle öne çıkmıştır. Ancak, immün sistemin aşırı aktivasyonu sonucunda immün aracılı advers etkiler (irAE) olarak adlandırılan toksisiteler ortaya çıkabilmektedir (Çalıküşu, 2019). Bu etkiler, klasik kemoterapiye bağlı toksisitelerden farklı olup genellikle inflamatuvar süreçlerle karakterizedir ve multidisipliner yönetim gerektirir (Bayer et al., 2017).

İmmünoterapi Türleri

1. İmmün Gözetim ve Kaçış Mekanizmaları

Normal koşullarda bağışıklık sistemi, “immün gözetim” (immune surveillance) mekanizması aracılığıyla anormal hücreleri tanır ve elimine eder. Ancak kanser hücreleri, bu denetimden kaçmak için immün kaçış (immune evasion) yollarını geliştirir. Bu yollar arasında:

- Programmed Death-1 (PD-1) reseptörünün T lenfositler üzerindeki ekspresyonu,
- Programmed Death Ligand-1 (PD-L1) ekspresyonunun tümör hücrelerinde artışı,
- CTLA-4 (Cytotoxic T-Lymphocyte-Associated Antigen 4) aracılığıyla T hücresi aktivasyonunun baskılanması gibi süreçler yer alır

Bu mekanizmalar, T hücrelerinin sitotoksik kapasitesini baskılar, interferon-gama üretimini azaltır ve tümör mikroçevresinde immün tolerans gelişimine yol açar. Sonuç olarak, tümör bağışıklık sisteminin kontrolünden kaçarak büyümeye devam eder.

2. İmmün Kontrol Noktası İnhibitörlerinin Mekanizması

İmmün kontrol noktası inhibitörleri (immune checkpoint inhibitors), T hücre aktivasyonunu engelleyen moleküler frenleri ortadan kaldırarak bağışıklık sisteminin tümör hücrelerine karşı yeniden harekete geçmesini sağlar.

- Nivolumab ve Pembrolizumab, PD-1 reseptörünü bloke ederek, T hücrelerinin PD-L1 aracılı baskılanmasını önler.
- Atezolizumab ve Durvalumab gibi ajanlar ise doğrudan PD-L1'i hedef alır.
- İpilimumab ise CTLA-4 inhibitörüdür ve T hücre proliferasyonunu artırır (5,6).

Bu ilaçlar sayesinde T hücreleri yeniden aktive olur, antitümör sitokin salınımı artar ve tümör hücreleri üzerinde apoptoz (programlı hücre ölümü) indüklenir. Böylece immünoterapi yalnızca geçici bir tümör gerilemesi değil, uzun süreli immün bellek oluşturma potansiyeline de sahiptir. Bu özellik, immünoterapinin klasik tedavilere kıyasla en ayırt edici üstünlüğüdür.

3. Tümör Mikroçevresi ve İmmün Modülasyon

Kanser gelişimi yalnızca genetik mutasyonların sonucu değil, aynı zamanda bağışıklık sistemi ile tümör arasındaki dinamik etkileşimin bir ürünüdür. Tümör mikroçevresi (TMÇ), tümör hücreleri, stromal hücreler, damar endoteli, makrofajlar, dendritik hücreler ve sitokinlerden oluşan karmaşık bir ekosistemdir.

- İmmünsüpresif Treg hücrelerini azaltır,
- M1 fenotipli makrofaj aktivasyonunu artırır,
- IFN- γ , IL-2 ve TNF- α gibi proinflamatuar sitokinleri yükselterek tümör hücrelerinin antijen sunumunu güçlendirir.

Bu şekilde immünoterapi yalnızca kanser hücresine doğrudan saldırmaz, aynı zamanda tümörün çevresel bağışıklık bariyerini de kırarak “soğuk tümörleri sıcak tümörlere” dönüştürür, yani immünolojik olarak sessiz tümörleri immünolojik olarak aktif hale getirir.

4. İmmün İlişkili Advers Etkiler (irAE) ve Klinik Önemi

Bağışıklık sisteminin aşırı aktivasyonu bazı durumlarda otoimmün yanıt benzeri toksisiteler doğurabilir. Bu etkiler, karaciğer, tiroid, kolon, akciğer, deri ve sinir sistemi gibi çoklu organ sistemlerini etkileyebilir.

Bu tablo immün aracılı advers etkiler (immune-related adverse events, irAE) olarak adlandırılır. Genellikle tedavi başlangıcından sonraki 6–12 hafta içinde görülür, ancak bazen tedavi kesildikten aylar sonra da ortaya çıkabilir. Bu durumlarda, erken tanı, hızlı müdahale ve immünosüpresif tedavi yönetimi hayati öneme sahiptir. irAE'lerin yanlış tanınması,

enfeksiyonlarla karıştırılması veya gecikmiş tedavisi, morbidite ve mortaliteyi artırabilir. Bu nedenle immünoterapi uygulanan hastalarda yakın klinik izlem, semptom eğitimi ve multidisipliner bakım yaklaşımı zorunludur.

İmmünoterapide Biyobelirteçler

Son yıllarda immünoterapinin kanser tedavisindeki etkinliğini artırmak amacıyla, hangi hastaların bu tedaviden daha fazla yarar görebileceğini belirlemek için biyobelirteçlerin önemi giderek artmıştır. Bu belirteçler, immün kontrol noktası inhibitörleri (İKNİ) tedavisinin etkinliğini öngörmeye yol gösterici niteliktedir.

PD-L1 Ekspresyonu

PD-L1 düzeyi, günümüzde en sık kullanılan biyobelirteçtir. Yüksek PD-L1 ekspresyonuna sahip hastalarda immünoterapiden elde edilen faydanın, düşük düzeyde PD-L1 gösterenlere kıyasla daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak bazı hastalarda PD-L1 negatif olmasına rağmen tedaviye olumlu yanıt alınabilmektedir. Bu nedenle PD-L1 düzeyi, tek başına tedaviye uygunluğu belirleyen bağımsız bir ölçüt olarak kullanılmamalıdır.

Ayrıca PD-L1 testlerinde kullanılan farklı yöntemler, cihazlar ve raporlama biçimleri sonuçların tutarlılığını etkileyebilir. Testin düşük hassasiyetli olması durumunda hastalar yanlış sınıflandırılabilir ve tedaviye erişim açısından adaletsizlik oluşabilir. Bu yüzden testlerin standardizasyonu ve doğru yorumlanması büyük önem taşımaktadır.

Tümör Mutasyon Yüğü (TMB)

Tümör mutasyon yüğü (TMB), bir tümördeki genetik mutasyon sayısını gösterir. TMB değeri yüksek olan tümörlerde, immün sistemin tanıyabileceği yeni antijenlerin sayısı da artar. Bu nedenle TMB yüksek hastalarda, immünoterapiye yanıt oranları genellikle daha yüksektir. Bazı çalışmalarda TMB'nin, PD-L1 düzeyinden bağımsız olarak immünoterapi yanıtını öngörmeye daha güçlü bir belirteç olabileceği bildirilmiştir. Ancak testin pahalı olması ve uzun sürede sonuçlanması, klinikte yaygın kullanımını kısıtlamaktadır.

Güvenlilik Profili ve Toksisite Yönetimi

İKNİ tedavilerinin özgün etki mekanizması, bağışıklık sisteminin yeniden düzenlenmesiyle ilişkili yeni bir advers olay grubunun (immune-related adverse events, irAE) ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu yan etkiler çoklu organ sistemlerini etkileyebilir; cilt, gastrointestinal sistem, karaciğer, endokrin sistem, akciğer, böbrek ve sinir sistemi en sık etkilenen organlardır. Akciğer kanserli hastalarda özellikle dikkat çeken komplikasyonlardan biri immün ilişkili

pnömonitistir. Pnömonitis, enfeksiyon dışı akciğer inflamasyonu olup, bazen tümör progresyonu ile karıştırılabilir . KHDAK hastalarında pnömonitis insidansı diğer kanser türlerine göre daha yüksektir; tüm grade pnömonitis oranı %3.1, yüksek grade oranı %1.4 olarak bildirilmiştir (Brahmer et al., 2018). Xu ve arkadaşları ilerlemiş KHDAK hastalarında nivolumab ve dosetakseli karşılaştıran yayınları gözden geçirdikleri sistematik derleme ve meta-analiz çalışmalarında, progresyonsuz sağkalım (progression-free survival, PFS), OS, objektif yanıt oranı, toplam advers olaylar ve grade 3-5 advers olaylar açısından nivolumabın dosetaksele göre daha iyi etkinlik ve güvenlilik gösterdiğini bildirmişlerdir. PFS ve OS açısından etkinlik PD-L1 ekspresyon düzeyi ile pozitif olarak korele bulunmuştur. Nivolumab tedavi kolunda en fazla rapor edilen 10 advers olay, yorgunluk (%15.7), bulantı (%10.8), iştahsızlık (%10.3), asteni (%9.8), ishal (%7.5), döküntü (%7.5), artralji (%5.4), kusma (%4.4), kabızlık (%3.5) ve pireksi (%3.3) olarak bildirilmiştir. Zhao ve arkadaşları sistematik literatür taraması sonucu nivolumab tedavisinin ciddi ve fatal advers olay insidansını sırasıyla %11.2 ve %0.3 olarak bulmuşlardır . Konvansiyonel tedavi ile karşılaştırıldığında nivolumabın ciddi/fatal advers olayları artırmadığı bildirilmiştir. En sık görülen ciddi advers olayların solunum (%21.4), gastrointestinal (%7.7) ve hepatik sistemlerde (%6.6) meydana geldiği ve en sık görülen ciddi advers olayın pnömonit (%8.2), interstisyel akciğer hastalığı (%5.6) ve kolit (%3.6) olduğu bildirilmiştir (Karadurmuş et al., 2020).

Brahmer ve ark. immün ilişkili toksisitelerin yönetimine ilişkin çok disiplinli bir klinik uygulama kılavuzu geliştirmiştir. Bu kılavuzda:

- Grade 1 toksisitelerde, yakın izlemle tedaviye devam önerilmektedir.
- Grade 2 toksisitelerde, tedavi geçici olarak askıya alınabilir ve kortikosteroid başlanabilir.
- Grade 3 toksisitelerde, yüksek doz steroid veya gerekirse infliksimab gibi immünsüpresif tedaviler uygulanır.
- Grade 4 toksisitelerde, hormon replasmanı ile kontrol edilen endokrinopatiler hariç, genellikle immünoterapi kalıcı olarak kesilir.

Bu kapsamda, erken tanı, yakın izlem ve multidisipliner işbirliği, hastaların güvenliği ve tedavi başarısı açısından kritik öneme sahiptir.

Tablo 1. Nivolumab Tedavisinde Görülen Başlıca Yan Etkiler ve Hemşirelik Yaklaşımı

Sistem / Yan Etki	Erken Belirtiler	Hemşirelik Yaklaşımı	
Deri reaksiyonları	Kaşıntı, kızarıklık	Cildi nemli tutmak, enfeksiyon önlemek	Döküntü fark edilirse hemen bildirin
Gastrointestinal	İshal, karın ağrısı	Sıvı-elektrolit dengesini sağlamak	Kanlı dışkı durumunda acil başvuru
Hepatik	Sarılık, koyu idrar	Karaciğer fonksiyonlarını izlemek	Sararma fark edilirse hekim bilgilendirilmeli
Endokrin	Yorgunluk, kilo değişimi	Hormon düzeylerini izlemek	Kilo değişimi ve halsizlik rapor edilmeli
Pulmoner	Kuru öksürük, dispne	Solunum bulgularını izlemek	Yeni öksürük acil değerlendirilmelidir

Nivolumab ve Yan Etki Profili

Nivolumab, PD-1 reseptörünü hedefleyerek T lenfositlerin tümör hücrelerine karşı yeniden aktive olmasını sağlayan bir monoklonal antikordur (Brahmer, Hammers, & Lipson, 2015). Malign melanom, küçük hücre dışı akciğer kanseri, renal hücreli karsinom, baş-boyun tümörleri ve kolorektal kanserlerde etkinliği kanıtlanmıştır (Jiang et al., 2021; Karaboué et al., 2022). En sık görülen yan etkiler arasında yorgunluk, iştahsızlık, bulantı, pruritus, cilt döküntüsü ve diyare yer alırken; pnömonit, kolit, hepatit, nefrit ve endokrinopatiler nadir fakat ciddi komplikasyonlardır (Can et al., 2022). Bayer ve ark. (2017), en erken dermatolojik toksisitelerin ortaya çıktığını; bunları gastrointestinal ve endokrin bozuklukların izlediğini belirtmiştir. Hemşirelerin bu yan etkileri erken fark etmesi tedavi sürekliliği açısından kritik öneme sahiptir (Mirzadeh et al., 2025).

Hemşirelik Yönetimi

İmmünoterapi hemşireliği, hastanın biyopsikososyal bütünlüğünü korumayı amaçlayan profesyonel bir bakım alanıdır. Nivolumab tedavisi gören hastalarda hemşirelerin öncelikli rolü; irAE'lerin erken tanınması, semptom yönetimi ve hasta eğitiminin sürekliliğidir (Mirzadeh et al., 2025). Hasta eğitimi, hemşirelik bakımının en temel bileşenlerinden biridir. Tosun ve ark. (2021), hasta inancının yan etki bildirim davranışıyla ilişkili olduğunu göstermiştir. Konsensus 2021 kılavuzuna göre hemşireler, semptom şiddetine göre bireyselleştirilmiş bakım planları oluşturmalı ve klinik karar destek sistemlerini etkin kullanmalıdır (Can et al., 2022). Yapay zekâ temelli izlem araçları ve dijital sağlık teknolojileri, immünoterapi hemşireliğinde erken müdahale oranlarını artırmaktadır (Olawade et al., 2025, Wiley et al., 2017).

1. Erken Tanılama ve Klinik İzlem

İmmün kontrol noktası inhibitörlerine (İKNI) bağlı immün ilişkili advers etkiler (irAE), genellikle inflamatuvar süreçler sonucu gelişir ve klasik kemoterapi toksisitelerinden farklı bir klinik seyir gösterir. Bu nedenle hemşireler, yorgunluk, kaşıntı, ishal, öksürük, dispne veya kilo kaybı gibi **nonspefisik belirtileri erken fark etme** konusunda kilit role sahiptir (American Society of Clinical Oncology [ASCO], 2018). Hemşirelerin hasta öyküsü, vital bulgular, laboratuvar değerleri (özellikle TSH, AST/ALT, kreatinin) ve semptom takibi konusunda sistematik gözlem yapması; pnömonitis, kolit, hepatit ve endokrinopatiler gibi potansiyel irAE'lerin erken yönetimini kolaylaştırır (Oncology Nursing Society [ONS], 2017).

2. Semptom Yönetimi ve Bakım Planlaması

irAE'lerin yönetiminde hemşirelerin görevi, semptom şiddetine göre uygun bakım planı geliştirmektir. Grade 1 olgularda yakın izlem yeterliyken, Grade 2-3 olgularda tedavinin geçici olarak askıya alınması ve kortikosteroid başlanması gerekebilir (ASCO, 2018). Hemşireler, hastaların semptom günlüğü tutmasını sağlamalı, sıvı dengesi, beslenme durumu ve ilaç yanıtını izlemelidir. Bu yaklaşım, advers olayların ilerlemesini önler ve tedavi sürekliliğini destekler (Bayer et al., 2017).

3. Hasta Eğitimi ve Güçlendirme

Hasta eğitimi, immünoterapi hemşireliğinin temel bileşenidir. Hastaların tedaviye yönelik inancı, yan etki bildirim davranışlarını doğrudan etkiler (Tosun et al., 2021). Hemşireler, hastalara tedavinin amacı, olası yan etkiler, bildirim yolları ve acil durum yönetimi hakkında bilgi vermelidir. Ayrıca dijital sağlık teknolojileri ve yapay zekâ temelli izlem araçları, semptomların uzaktan takibini kolaylaştırarak erken müdahale oranlarını artırmaktadır (Olawade et al., 2025). Bu sistemler, hemşirelerin hasta güvenliğini izleme kapasitesini güçlendirir ve bakımın sürekliliğini sağlar.

4. Multidisipliner Koordinasyon

İmmünoterapi süreci; onkolog, endokrinolog, gastroenterolog, pulmonolog, dermatolog ve hemşirelerden oluşan ekip çalışmasını gerektirir. Hemşire, bu ekipler arasında iletişim ve koordinasyonun merkezinde **yer** alır (Karadurmuş et al., 2020). ONS (2017) kılavuzuna göre hemşireler, irAE yönetiminde multidisipliner toplantılara aktif olarak katılmalı, semptom raporlamasını standart formlarla yapmalı ve hastayı tüm bakım süreci boyunca bilgilendirmelidir.

5. *Sürekli İzlem ve Tedavi Sonrası Bakım*

irAE'ler tedavi kesildikten sonra dahi aylar sonra ortaya çıkabileceğinden, hemşirelik izlemi **tedavi sonrası dönemi** de kapsamalıdır. Endokrin yetmezlik veya kronik hepatik disfonksiyon gelişen hastalarda uzun süreli takip gerekir (Can et al., 2022). Bu nedenle hemşirelerin, taburculuk sonrası telefon takipleri, evde bakım ziyaretleri ve dijital izlem platformları aracılığıyla hasta sürecini sürdürmeleri önerilmektedir. Nivolumab tedavisi, kanser tedavisinde önemli bir yenilik olarak öne çıkmakta, ancak immün aracılı advers etkiler nedeniyle yakın hemşirelik izlemi gerektirmektedir. Hemşirelerin erken tanı, eğitim ve multidisipliner koordinasyon konularında aktif rol alması, tedavi etkinliğini artırmaktadır. Gelecekte, dijital takip sistemlerinin entegrasyonu ve kanıta dayalı protokollerin yaygınlaştırılması, immünoterapi hemşireliğinin standardizasyonuna katkı sağlayacaktır.

Sonuç

Nivolumab, PD-1 eksenini hedefleyerek pek çok malignitede (melanom, KHDAK, renal hücreli karsinom, baş-boyun kanserleri) anlamlı ve kalıcı sağkalım yararı sunan, immün kontrol noktası inhibitörleri arasında öne çıkan bir ajandır. Bununla birlikte, immün aracılı advers etkiler (irAE) klasik kemoterapi toksisitelerinden farklı klinik özellikler gösterir; başlangıç zamanları gecikebilir, çoklu organ sistemini tutabilir ve bazen hastalık progresyonu ile karışabilir. Bu nedenle güvenli ve etkili bir tedavi için erken tanı, grade temelli yönetim ve disiplinler arası koordinasyon esastır. PD-L1 ekspresyonu ve seçilmiş olgularda TMB gibi biyobelirteçler hasta seçiminde yol gösterici olsa da tek başına belirleyici değildir; klinik bağlam, komorbiditeler ve hasta tercihiyle birlikte yorumlanmalıdır. Hemşirelik bakımı, Nivolumab tedavisinin başarısında kilit bir belirleyicidir. Hemşirelerin sistematik tarama (semptom günlüğü, vital ve laboratuvar izlemi), hızlı triyaj ve uygun yönlendirme becerileri irAE'lerin morbiditesini azaltır; hasta-aile eğitimi ve öz-yönetim stratejileri ise tedaviye uyumu ve yaşam kalitesini artırır. Kurumsal düzeyde ONS/ASCO uyumlu protokoller, standart eğitim materyalleri ve dijital izlem araçlarının entegrasyonu, bakımın sürekliliğini ve güvenliğini güçlendirir. Sonuç olarak, biyobelirteç odaklı hasta seçimi, dereceye göre toksisite yönetimi, yapılandırılmış hemşirelik akışları ve etkin multidisipliner işbirliği bir araya geldiğinde, Nivolumab ile maksimum klinik fayda elde edilirken minimum güvenlik riski sağlanabilir. Gelecekte, gerçek yaşam verileri ve yapay zekâ destekli erken uyarı sistemlerinin yaygınlaştırılması, irAE öngörüsünü ve zamanında müdahaleyi daha da iyileştirerek immünoterapi hemşireliğinde standardizasyonu ileri taşıyacaktır.

Kaynaklar

- Bayer, V., Amaya, B., Baniewicz, D., Callahan, C., Marsh, L., & McCoy, A. S. (2017). Cancer immunotherapy: An evidence-based overview and implications for practice. *Clinical Journal of Oncology Nursing*, 21(2 Suppl), 13–21.
- Brahmer, J. R., Lacchetti, C., Schneider, B. J., Atkins, M. B., Brassil, K. J., Caterino, J. M., et al. (2018). Management of immune-related adverse events in patients treated with immune checkpoint inhibitor therapy: American Society of Clinical Oncology clinical practice guideline. *Journal of Clinical Oncology*, 36(17), 1714–1768.
- Can, G., Kutlutürkan, S., & Kapucu, S. (Ed.). (2022). *Konsensus 2021: İmmünoterapide kanıta dayalı bakım*. Nobel Tıp Kitabevi.
- Çalığı, Z. (2019). *Kanserde immünoterapi yan etkileri ve yönetimi*. [Yayın yeri/yayıncı bilgisi gerekli.]
- Çömlekçi, N. (2019). İmmünoterapi ilişkili semptomlar ve yönetimi. [Dergi adı, cilt(sayı), sayfa aralığı gerekli.]
- Jiang, H., Xu, A., Xia, W., Xia, X., Li, P., Zhang, B., Zhu, K., Zhou, S., & Wang, R. (2021). Nivolumab monotherapy or combination therapy with ipilimumab for lung cancer: A systematic review and meta-analysis. *Cancer Cell International*, 21, 426.

- Karaboué, A., Collon, T., Pavese, I., *et al.* (2022). Time-dependent efficacy of checkpoint inhibitor nivolumab. *Cancers*, 14(4), 896.
- Karadurmuş, N., Kaya, A., Göksel, T., Yılmaz, Ü., & Tülek, N. (2020). Akciğer kanserinde immünoterapi ve tedavide multidisipliner yaklaşım. *Tüberküloz ve Toraks*, 68(1), 66–75.
- Mirzadeh, P., Pituskin, E., Au, I., Sneath, S., & Buick, C. J. (2025). Cancer immunotherapy: The role of nursing in patient education, assessment, monitoring, and support. *Current Oncology*, 32(7), 392. [DOI/e-ID bilgisi doğrulanmalı.]
- Olawade, D. B., Clement David-Olawade, A., Adereni, T., Egbon, E., Teke, J., & Boussios, S. (2025). Integrating AI into cancer immunotherapy: A narrative review of current applications and future directions. *Diseases*, 13(1), 24.
- Tosun, B., Pörücü, C., Karadurmuş, N., & Ünal, N. (2021). İmmünoterapi alan kanser hastalarında ilaç tedavisine inancı etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Acıbadem Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(2), 345–352.
- Wiley, K., LeFebvre, K. B., Wall, L., Baldwin-Medsker, A., Nguyen, K., Marsh, L., & Baniewicz, D. (2017). Immunotherapy administration: Oncology Nursing Society recommendations. *Clinical Journal of Oncology Nursing*, 21(2 Suppl), 5–7.
- Xu, Z., Yi, F., Yu, D., Xu, J., Wei, Y., & Zhang, W. (2019). Nivolumab provides improved effectiveness and safety compared with docetaxel as a second-line treatment for advanced non-small cell lung cancer: A systematic review and meta-analysis. *Cancer Medicine*, 8(2), 629–642.
- Zhao, B., Zhao, H., & Zhao, J. (2018). Serious adverse events and fatal adverse events associated with nivolumab treatment in cancer patients: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Immunotherapy for Cancer*, 6, 101. 018-0421-z

TIP 2 DIYABETLİ BİREYLERDE TEDAVİYE UYUM, FİZYOLOJİK PARAMETRELER VE DIYABETİK AYAK BİLGİSİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: AYAK BAKIMI BİLGİSİNİN BELİRLEYİCİLERİ

Assistant Professor Ulku Saygili Duzova

Selçuk University, Faculty of Nursing, Department of Internal Medicine Nursing, Konya, Turkey

ORCID ID: 0000-0001-8402-0022

Associate Professor Emine Kaplan Serin

Mersin University, Faculty of Nursing, Department of Internal Medicine Nursing, Mersin, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-7327-9167

RN Semra Usta

Osmaniye Bahçe State Hospital, Emergency Service, Mersin University Internal Medicine Nursing

PhD Student Mersin, Türkiye

ORCID ID: 0009- 0002- 8060-5159

ÖZET

Bu çalışma, Tip 2 Diyabetli bireylerde tedaviye uyum, diyabetik ayak bilgi düzeyi, ayak bakımı davranışları ve bazı kan parametreleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek ve diyabetik ayak bilgisi düzeyinin yordayıcılarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Tanımlayıcı, ilişkisel ve kesitsel tipteki bu araştırma Ekim–Aralık 2024 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Veriler, yüz yüze görüşme yöntemiyle Kişisel Bilgi Formu, Fizyolojik Parametreler İzlem Formu, Diyabete Yönelik Tutum Ölçeği (ATDS), Ayak Öz-Bakım Gözlem Rehberi (FSCOG) ve Diyabetik Ayak Bilgisi Anketi (DFKQ) kullanılarak toplanmıştır. Verilerin analizinde sayı, yüzde, ortalama, standart sapma, minimum–maksimum değerler gibi tanımlayıcı istatistiklerin yanı sıra hiyerarşik regresyon analizi ve Pearson korelasyon testi kullanılmıştır. Çalışmada, ATDS ile çalışma durumu; FSCOG ile cinsiyet, gelir düzeyi, eğitim düzeyi ve mevcut ya da geçmiş ayak ülseri varlığı; DFKQ ile gelir düzeyi ve eğitim düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler saptanmıştır. Ayrıca, FSCOG ile DFKQ arasında orta düzeyde negatif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r = -0.341, p < 0.01$). Fizyolojik parametrelerden vücut ağırlığı, RDW-CV ve solunum sayısı, ATDS ile orta düzeyde negatif korelasyon göstermiştir. DFKQ, cinsiyet, LDL ve eğitim düzeyi değişkenleri, FSCOG'un anlamlı yordayıcıları olarak belirlenmiş ve bağımlı değişkendeki varyansın %39.4'ünü açıkladığı görülmüştür ($R^2 = 0.394, p < 0.05$). Gelir durumu, cinsiyet ve eğitim düzeyine göre FSCOG'da anlamlı farklılıklar saptanmış; ev hanımlarının tedaviye uyum düzeylerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Bu bulgular, düşük gelir ve düşük eğitim düzeyine sahip bireyler ile ev hanımlarının, diyabetik ayak yönetimi ve tedaviye uyum açısından daha yüksek risk altında olduklarını göstermektedir.

Ayrıca, bireylerin tedaviye uyumu, ayak bakımı davranışları ve fizyolojik parametrelerinin birbirleriyle etkileşim içinde olduğu ve çeşitli faktörlerden etkilendiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Tip 2 Diyabet; Diyabetik Ayak Bakımı; Diyabetik Ayak Bilgisi; Tedaviye Uyum

THE RELATIONSHIP BETWEEN TREATMENT ADHERENCE, PHYSIOLOGICAL PARAMETERS, AND DIABETIC FOOT KNOWLEDGE IN INDIVIDUALS WITH TYPE 2 DIABETES: DETERMINANTS OF FOOT CARE KNOWLEDGE
ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the relationship between treatment adherence, diabetic foot knowledge levels, foot care behaviors, and certain blood parameters in individuals with Type 2 Diabetes and to identify the predictors of diabetic foot knowledge. This descriptive, correlational, and cross-sectional study was conducted between October and December 2024. Data were collected face-to-face using the Personal Information Form, Physiological Parameters Tracking Form, Attitudes Towards Diabetes Scale (ATDS), Foot Self-Care Observation Guide (FSCOG), and Diabetes Foot Knowledge Questionnaire (DFKQ). Descriptive statistics, including number, percentage, mean, standard deviation, and minimum-maximum values, as well as hierarchical regression analysis and Pearson correlation test, were used for data analysis. In the study, a statistically significant relationship was found between ATDS and employment status; FSCOG and gender, income level, education level, and the presence of current or past foot ulcers; and DFKQ and income level and education level. Additionally, a moderate negative and significant relationship was found between FSCOG and DFKQ ($r = -0.341$, $p < 0.01$). Moreover, physiological parameters such as weight, RDW-CV, and respiratory rate showed a moderate negative correlation with ATDS. DFKQ, gender, LDL, and education level were identified as significant predictors of FSCOG, explaining 39.4% of the variance in the dependent variable ($R^2 = 0.394$, $p < 0.05$). Income status, gender, and education level showed significant differences in FSCOG, and it was found that housewives had lower treatment adherence ($p < 0.05$). These findings indicate that disadvantaged groups, including those with low income levels, low education levels, and housewives, are at higher risk in terms of diabetic foot management and treatment adherence. In addition, it has been shown that individuals' compliance with treatment, foot care behaviors and physiological parameters interact is affected by various factors.

Keywords: Type 2 Diabetes; Diabetic foot care; Diabetic Foot Knowledge; Treatment Adherence

TAM ARK İMPLANT ÜSTÜ PROTEZLERDE ÖLÇÜ TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Uzm. Dt. Merve Buse KULTAŞ KALELİ

Meram Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi

ORCID ID: 0000-0003-4726-9042

ÖZET

Dental implantlar, parsiyel ve total diş eksikliklerinin protetik tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır; ancak periodontal ligamentten yoksun osseointegre implantlar fizyolojik hareket göstermez ve bu biyomekanik farklılık, ölçü aşamasında oluşabilecek hataların tolere edilmesini güçleştirir. Tam dişsizlikte uzun dönem başarı, pasif uyumun sağlanmasına ve bunun için implant konumlarının hatasız, yüksek hassasiyetle teknisyene aktarılmasına bağlıdır; aksi durumda artan stres mekanik (vida gevşemesi/kırığı, implant fraktürü, oklüzal uyumsuzluk) ve biyolojik komplikasyonları tetikleyebilir. Konvansiyonel protokoller, açık ve kapalı kaşık tekniklerini içerir ve seçim olguya özgü endikasyonlara göre yapılır. İntraoral tarama, tek kron ve kısa dişsiz aralıklarda klinik olarak kabul görse dahi, tam ark implant ölçülerinde doğruluğu; tarayıcı teknolojisi, implantlar arası mesafe, yumuşak doku hareketliliği, tarama protokolü, ortam koşulları ve operatör deneyimine duyarlıdır. Stereofotogrametri, implant konumlarını temassız ve yüksek doğrulukla kaydedebilen; nokta-çakıştırmaya dayanmayan prensibi sayesinde konvansiyonel yaklaşımlara kıyasla daha düşük hata potansiyeli bildirilmiş bir alternatiftir. Ölçü doğruluğu nihai model ve protez uyumunu belirlediğinden, ölçü sapmaları pasif uyumu bozarak klinik başarıyı olumsuz etkiler. Konvansiyonel ölçülerde parçaların yer değiştirmesi, materyal büzülmesi, alçı genleşmesi ve sonradan dijitalleme gibi adımlar boyutsal sapmayı ve kontaminasyon riskini artırabilir. Buna karşılık dijital ölçü, daha az klinik adım ve cihaz tabanlı standardizasyonla tutarlı, hızlı ve maliyet-etkin bir iş akışı; bulut tabanlı depolama ile güvenli arşiv ve erişim sağlar. Bununla birlikte, ağız içi tarayıcıların yüksek maliyeti, eğitim gereksinimi ve bazı anatomik bölgelerde tarama güçlükleri önemli sınırlılıklar olmaya devam etmektedir.

Key words: Dijital ölçü, doğruluk ve hassasiyet, fotogrametri, tam ark

COMPARISON OF IMPRESSION TECHNIQUES IN FULL-ARCH IMPLANT-SUPPORTED PROSTHESES

ABSTRACT

Dental implants are widely used in the prosthetic rehabilitation of partial and total edentulism; however, osseointegrated implants lack a periodontal ligament and therefore do not exhibit physiologic mobility, a biomechanical difference that diminishes tolerance to errors introduced during the impression stage. In completely edentulous cases, long-term success depends on achieving passive fit and, to this end, on transferring implant positions to the technician with error-free, high precision; otherwise, increased stress may precipitate mechanical (screw loosening/fracture, implant fracture, occlusal disharmony) and biological complications. Conventional protocols comprise open- and closed-tray techniques, with selection guided by case-specific indications. Although intraoral scanning is clinically accepted for single-unit and short-span restorations, its accuracy in full-arch implant impressions is sensitive to scanner technology, inter-implant distances, soft-tissue mobility, scanning protocol, environmental conditions, and operator experience. Stereophotogrammetry, which records implant positions non-contact and with high accuracy, has been proposed as an alternative with a lower error potential owing to its non-point-matching principle. Because impression accuracy dictates the definitive model and prosthesis fit, deviations at this stage compromise passive fit and clinical performance. In conventional impressions, component displacement during removal, material shrinkage, stone expansion, and subsequent laboratory digitization may increase dimensional error and contamination risk. By contrast, digital impressions, with fewer clinical steps and device-based standardization, offer a consistent, rapid, and cost-efficient workflow and enable secure cloud-based archiving and access. Nevertheless, high acquisition costs, training requirements, and scanning challenges in certain anatomical regions remain important limitations.

Keywords: Digital impression, accuracy and precision, photogrammetry, full-arch

İŞ YERİNDE MOTİVASYON GÜÇLENDİRME: PSİKOLOJİK SAĞLAMLIK, İYİ OLUŞ, UMUT

Abdullah Sevim

Batman University, Institute of Graduate Studies, Department of Occupational Health and Safety,
72100 Merkez, Batman

ORCID ID: 0009-0004-6011-8972

Yasin Duran

Batman University, Institute of Graduate Studies, Department of Occupational Health and Safety,
72100 Merkez, Batman

ORCID ID: 0009-0002-2908-5290

ÖZET

İşyeri; mal veya hizmet üretimi amacıyla bir araya gelen bireylerin, belirli bir yönetim altında örgütlenerek ortak hedeflere yönelik faaliyet yürüttükleri organizasyonel yapılardır. Bu bağlamda motivasyon, bireylerin belirlenmiş amaçlara ulaşmak için kendi irade ve arzularıyla hareket etmelerini ifade eder. Motivasyon yalnızca dışsal unsurlardan değil, bireyin içsel iş yapma isteğinden de beslenir. Çalışanların ihtiyaçlarını karşılamaları, yeteneklerini sergilemeleri ve potansiyellerini ortaya koymaları açısından güçlü bir motivasyon ortamı büyük önem taşır. Bu ortam, verimlilik, yaratıcılık ve refahın artmasına katkı sağlarken; bireyler arasında sağlıklı bir rekabeti de teşvik eder.

Psikolojik sağlamlık, bireyin stres, kriz ve travma gibi zorluklara karşı direnç geliştirme, uyum sağlama ve olumsuzluklar sonrasında toparlanma kapasitesidir. Bu beceri, çalışanların mesleki ve kişisel yaşamlarında sürdürülebilir bir denge kurmalarını kolaylaştırır.

Psikolojik iyi oluş ise yalnızca bir ruhsal bozukluğun yokluğu ile sınırlı değildir; bireyin yaşamına anlam katması, güçlü kişilerarası ilişkiler kurması, kendi potansiyelini gerçekleştirme ve sorumluluklarını etkili biçimde yerine getirmesi gibi çok yönlü unsurları içerir. Bu durum, çalışanların hem bireysel doyumunu hem de örgütsel bağlılığını artırır.

Umut ise, bireyin geleceğe dair olumlu beklentiler taşıması ve bu beklentilere ulaşmak için kararlılıkla çaba göstermesini ifade eder. Umutlu bireyler, karşılaştıkları güçlüklerde daha dirençli ve çözüm odaklı davranabilmektedir.

Sonuç olarak, işyerinde verimliliği, yaratıcılığı ve çalışan refahını artırmak için yalnızca teknik ve fiziksel imkanlar ile değil; motivasyon, psikolojik sağlamlık, iyi oluş ve umut gibi psikososyal faktörlerin güçlendirilmesi de kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Motivasyon, Psikolojik Sağlamlık, İyi Oluş, Umut, İş yeri.

**ENHANCING WORKPLACE MOTIVATION: PSYCHOLOGICAL RESILIENCE,
WELL-BEING, AND HOPE (FOR ONLINE PRESENTATION)**
ABSTRACT

The workplace is defined as an organizational structure in which individuals come together under a specific management to produce goods or services and engage in activities aimed at common goals. In this context, motivation refers to individuals acting with their own will and desire to achieve predetermined objectives. Motivation is nourished not only by external factors but also by the individual's intrinsic desire to work. A strong motivational environment is crucial for employees to meet their needs, demonstrate their abilities, and realize their potential. Such an environment contributes to increased productivity, creativity, and well-being, while also encouraging healthy competition among individuals.

Psychological resilience refers to an individual's capacity to develop resistance to stress, crises, and trauma, to adapt to challenging circumstances, and to recover after adverse experiences. This skill facilitates employees in establishing a sustainable balance in their professional and personal lives.

Psychological well-being is not merely the absence of a mental disorder; it encompasses various dimensions such as having a meaningful life, forming strong interpersonal relationships, realizing one's potential, and effectively fulfilling responsibilities. This contributes to both individual satisfaction and organizational commitment.

Hope, on the other hand, represents the individual's positive expectations about the future and the determination to strive toward achieving those expectations. Hopeful individuals tend to be more resilient and solution-oriented when faced with difficulties.

In conclusion, enhancing productivity, creativity, and employee well-being in the workplace requires not only technical and physical resources but also the strengthening of psychosocial factors such as motivation, psychological resilience, well-being, and hope, which emerge as critical necessities.

Keywords: Motivation, Psychological Resilience, Well-Being, Hope, Workplace.

İSTANBUL KADİM TASAVVUF KÜLTÜRÜNDE RİFÂİ AYİNİ: KIYAM KELİME-İ TEVHİDİ

Levent KAYA

Yıldız Technical University, Faculty of Art and Design, Department of Music, 34220 Esenler, İstanbul

ORCID: 0000-0001-9669-7655

ÖZET

Bu bildiri, İstanbul’un kadim tasavvuf kültürü içinde Rifâî ayini Kıyam Kelime-i Tevhîdi usûlünün müzikal analizini, uygulama pratiğini ve tarihsel süreçte günümüze nasıl ulaştığını ele almayı amaçlamaktadır.

Bildiri kapsamında üç aşamalı yöntem uygulanmıştır: birincisi, Rifâî ayin formu hakkında literatür derlemesi; ikincisi, İstanbul’daki mevcut kaynak eser ve kayıtların analizi; üçüncüsü, ayin metinlerinde Kıyam Kelime-i Tevhîdi uygulamalarının makam-usûl ilişkisi odaklı incelenmesi. Bunun yanı sıra, Rifâî geleneğini yakından tanıyan ve Şeyh Nazmi Ceylan (Geylânî) Efendi’nin uzun yıllar hizmetinde bulunmuş olan Doğan Alçın beyefendi ve Prof. Dr. Erhan Akdoğan ile görüşme gerçekleştirilmiş; böylece kıyam kelime-i tevhîdinin incelikleri ve icra pratikleri hakkında birinci elden bilgiler elde edilmiştir.

Tasavvuf ritüelleri içinde zikrullah ayinleri hareket bağlamında değerlendirildiğinde, kuudi (oturarak), kıyâmi (ayakta) ve devrânî (ayakta dönerek) olmak üzere üç türde incelenebilir. Ayrıca bu ayinler Esmâ’nın (Allah’ın güzel isimleri) çekiliş biçimlerine göre cehri (sesli), hafi (sessiz), kalbi ve darbi olmak üzere farklı türlere de ayrılmaktadır. Kıyami ayin icra eden tasavvuf ekolleri Bedevi, Sadî, Şâzelî, Rifâî ve Kâdirîler olarak ifade edilebilir.

Sözlü kaynaklardan aktarılan bilgilere göre Kıyam Kelime-i Tevhidi bugün İstanbul Cerrahpaşa Üniversitesi Cerrahpaşa kampüsü sınırları içerisinde kalan; tekkelerin kapatılmasından sonra camiye dönüştürülen ve daha sonra yıkılmış olan Bekâr Bey Rifâî dergâhında icat olunmuştur. Ayinin başlangıcında Şeyh Efendi Hazretleri “Fa’lem ennehû lâ ilâhe illallah” diyerek zikri açar ve postuna geçer. Bundan sonraki süreci kıyam reisiyle zakirbaşı yürütürler. Genellikle Nihavend makamında münacaat okunur ve buradaki güfte Rifâî yolunun pîri olan Seyyid Ahmed er-Rifâî hazretlerinin isim ve sıfatları yer alır. Bu sırada zakirler (esma okuyanlar) karar perdesinin bir oktav aşağısında “Allah Allah” diyerek servi salınımı yaparlar. Münacaatın bitiminde “lâ ilâhe illallah” zikri başlar ve zakirbaşı (ilâhi ve kasideleri okuyan veya idare eden kişi) Yâ Sâki’n-Nüdman ve Eyâ Nahvel-Hadi şuullerini okur. Ardından toplamda yedi perde kaldırılıp sırasıyla Rast, Bayâtî, Acemaşiran, Mahur, Muhayyer makamlarında ilahiler okunur.

Perdenin yükselmesi ve tevhidin en hızlı olduğu bu noktadan zakirbaşı kaside okuyarak perde indirmeye başlar. Kıyam reisiyle inilen perde ve hızın uygunluğuna dair mutabık kaldıklarında “Şey’enlillah” diye başlayan aktab-ı Erbâ’ya (Dört Kutup – Hz. Abdülkadir Geylânî, Hz. Ahmed er-Rifâî, Hz. Ahmed el-Bedevi ve Hz. İbrahim Düssukî) münacaatta bulunmak maksadıyla şuuller seslendirilir. Son isim anıldığında cehri okunan tevhid kalbî okunmaya başlanır. Bu kısımda nihavend makamında veya hicaz makamında ilahiler okunur. Sonlara doğru tekrar hızlandırılan tevhid, Rast makamında okunan Yâ Rabbi Yâ Settar isimli şuulle nihayete erer.

Kıyam Kelime-i Tevhidin günümüze örneklerinin ulaşmasında geçen yüzyılda Fahreddin Erenden, Albay Selahattin Gürer, veteriner Yarbay Zühtü Bey (Bekâr Bey Rifâî dergahının son zakirbâşı), Safer Dal, Selahattin Demiştâş (Selâhi Dede) gibi isimler önemli rol oynamıştır. Onların almış oldukları ses kayıtları sayesinde bu ayin türü kaybolmaktan kurtulmuştur. Eski kayıtlar Türk Tasavvuf Musikisi ve Folkloru Araştırma ve Yaşatma Vakfı bünyesinde eski kayıtlar deşifre edilerek notaları yazılmıştır ve ayinin icrası konusunda çalışmalar devam etmektedir.

Çalışma sonucunda, Kıyam Kelime-i Tevhîdi usûlünün İstanbul’daki Rifâî ayin geleneğinde merkezi bir uygulama olduğu; ayin repertuarı içinde makam ve ritim seçiminin bu uygulama ile doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu pratiğin ses sistemi, harmoni ve ritmik yapı açılarından incelenmesi, Türk tasavvuf musikisi içinde Rifâî usûlünün hem tarihi hem icrâsal önemini yeniden görünür kılabilir. Gelecekteki çalışmalara yönelik olarak, Kıyam Kelime-i Tevhidi ayin hareketlerinin müzikal eşlik ile birlikte tespit edilip kayıt altına alınması, dinî musiki alanına yönelik daha derinlemesine analizlerin yapılmasına imkân sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul Tasavvuf Kültürü, Tasavvufî Ritüeller, Kıyam Kelime-i Tevhidi, Zikir Uygulamaları

THE RİFAİ RİTUAL IN ISTANBUL’S LONG-STANDING SUFİ CULTURE: THE QİYAM KALİMA AL-TAWHİD

ABSTRACT

This paper aims to examine the musical analysis, performative practice, and historical trajectory of the Rifâ’î ritual known as Qiyâm Kalimat al-Tawḥīd within Istanbul’s long-standing Sufi tradition.

A three-stage methodology has been employed: first, a literature review on the Rifâ’î ritual form; second, an analysis of available sources and recordings in Istanbul; and third, a detailed

investigation of the Qiyām Kalimat al-Tawḥīd practice in ritual texts, focusing on its relationship between maqām and rhythmic structures. Additionally, interviews were conducted with Mr. Doğan Alçın, who served for many years alongside Shaykh Nazmi Ceylan (al-Jīlānī) Efendi, and with Prof. Dr. Erhan Akdoğan. Through these discussions, first-hand insights into the nuances and performance practices of the Qiyām Kalimat al-Tawḥīd were obtained.

When examined within the framework of Sufi ritual movements, dhikr ceremonies can be classified into three forms: qu‘ūdī (sitting), qiyāmī (standing), and dawrānī (rotating while standing). Moreover, according to the recitation styles of the Divine Names (Asmā’ al-Ḥusnā), they can be performed as jahrī (audible), khafī (silent), qalbī (inward), or ḍarbī (rhythmic). Among the Sufi orders that employ the qiyāmī form are the Badawīyya, Shādhiliyya, Qādiriyya, and Rifā‘iyya.

Oral sources indicate that the Qiyām Kalimat al-Tawḥīd was originally established at the Bekār Bey Rifā‘ī Lodge, later converted into a mosque after the closure of tekkes, and eventually demolished; today its location lies within the Cerrahpaşa Campus of Istanbul University-Cerrahpaşa. The ritual begins when the Shaykh proclaims “Fa‘lam annahu lā ilāha illā Allāh” and takes his seat. From this point onward, the process is guided by the qiyām master together with the dhākīrbāshī. Typically, a supplication (munājāt) is recited in the Nihavend maqām, in which references to the names and attributes of Sayyid Aḥmad al-Rifā‘ī, the founder of the Rifā‘ī path, are made. Meanwhile, the dhākirs chant “Allāh Allāh” one octave below the finalis, swaying gently. Following the munājāt, the proclamation of lā ilāha illā Allāh commences, with the dhākīrbāshī leading hymns and qaṣīdas such as Yā Sāqī al-Nudmān and Eyā Nahw al-Hādī. Subsequently, seven tonal shifts are performed, with hymns sung in Rast, Bayatī, ‘Acemaşiran, Mahur, and Muḥayyer maqāms. The climax of tempo and tonal ascent is then followed by a descent, coordinated between the dhākīrbāshī and the qiyām leader. Supplications invoking the Aqtāb al-Arba‘a (the Four Poles—‘Abd al-Qādir al-Jīlānī, Aḥmad er-Rifā‘ī, Aḥmad al-Badawī, and Ibrāhīm al-Dusūqī) are performed. At the final invocation, the audible dhikr transitions into silent dhikr, accompanied by hymns in Nihāwand or Ḥijāz maqāms. Toward the conclusion, the dhikr is accelerated once more and brought to an end with the hymn Yā Rabbī Yā Sattār in the Rast maqām.

The transmission of the Qiyām Kalimat al-Tawḥīd into the present owes much to figures such as Fahreddin Erenden, Colonel Selahattin Gürer, Veterinary Major Zühtü Bey (the last dhākīrbāshī of the Bekār Bey Lodge), Safer Dal, and Selahattin Demirtaş (Selāhī Dede). Their

early sound recordings preserved this ritual form from disappearance. These archival materials have been transcribed into notation under the auspices of the Turkish Sufi Music and Folklore Research and Preservation Foundation, where ongoing efforts to revive its performance continue.

The findings of this study indicate that the Qiyām Kalimat al-Tawḥīd constitutes a central element within the Rifāʿī ritual tradition in Istanbul, directly shaping the choice of maqām and rhythmic patterns in the ritual repertoire. Furthermore, analyzing this practice in terms of tonal system, harmonic structures, and rhythmic organization may shed light on both the historical and performative significance of the Rifāʿī order within Turkish Sufi music. For future research, documenting and systematically recording the ritual movements of the Qiyām Kalimat al-Tawḥīd alongside their musical accompaniment could provide deeper insights into the field of sacred music studies.

Keywords: Istanbul Sufi Culture, Sufi Rituals, Qiyam Kalima al-Tawhid, Dhikr Practices

AMIN MAAULOF'UN DOĞUNUN LIMANLARI YAPITI ÜZERİNDEN

SÜRGÜN EDİLMEK YAZGISI

Doç. Dr. Hale TORUN

İstanbul Aydın Üniversitesi İletişim Fakültesi Radyo Tv Sinema Bölümü

ORCID ID: 0000-0002-4406-8272

ÖZET

Beyrut, Ortadoğu olarak adlandırılan bölgenin en eski yerleşim alanlarından birisidir. Bölgenin ve dünyanın önemli hareketlenmeleri tarihsel zincirlemeler incelendiğinde bugün yaşanan ve yaşanacak olan toplumsal değişimler öngörülebilir biçimde algılanacaktır. Çalışmanın amacı tarihsel bir çalışmadan daha çok, batı ve doğu dünyasının aklında yaşayan tarihsel bağların organik olarak dünya politikasını da hareketlendirdiğini göstermek için sanatçı kimliğinde Lübnanlı bir yazar olarak Amin Maalouf'un Doğunun limanları olarak bilinen ama asıl adı Doğunun Merdivenleri olan romanındaki biçimsel yapıyı kullanmaktır. Bu yapı Fransızlar tarafından sömürge haline gelen tüm Doğu Akdeniz limanlarına verilen bir ad kodlaması olan Doğunun Merdivenleridir. Liman olarak gördüğümüz tüm doğu kıyıları Fransız sömürge adıyla *merdivendir* ve doğuya ulaşır. Edebiyat yahut yazın dediğimiz biçim, romantik bir anlatı için ortaya konmaz, çoğu kez politik ya da sosyal açıdan söylenmesi, açıklanması gerekeni metafor olarak değiştirir. Böylelikle anlatılmak isteneni tarih ve siyasetin keskinliklerinden koruyarak istediğini aktarır. Geçmiş dönem antik Yunan filozoflarının da sıkça başvurduğu yöntemler ve kuramlar böyle gelişmiştir. Anlatı algısı da eleştirel diyalog, anlatı, mizah ve dramatikleştirmeyle toplumu uyaran seyirlik birer ifade olmuş, öyküleme hangi araştırmanın içerisinde olursa olsun kaçınılmaz olduğu için de anlatı ifadenin temelini oluşturmuştur. Çalışma süresince Adı geçen romanda yaşananların sadece bir şehrin değil aslında Ortadoğu halkının hikayesi olduğu, bu hikayelerin içindeki mozaikten çıkanların dünyanın diğer bölgelerindeki kültürel bağlara etki ettiği üzerinde durulmuştur. Kuramsal olarak Metinlerarasılık yöntemi de kullanılmıştır. Sosyo-coğrafim bağlamda Braudel'in Akdenizi tanımladığı Analles Ekolden de yararlanılmış, İbn-i Haldun'un coğrafya kavramı ile sonuç açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler; Algı, Anlatı, Beyrut, Doğu, Tarih, Yazgı

THE NOTION OF EXILE AS DESTINY IN AMIN MAALOUF'S PORTS OF THE EAST

ABSTRACT

Beirut is one of the oldest settlement areas in the region known as the Middle East. When the historical chains of movements of the region and the world are examined, the social

transformations that are being experienced and that will be experienced can be perceived in a predictable way. The aim of the study is not so much to conduct a historical analysis, but rather to show that the historical ties living in the minds of the Western and Eastern worlds organically stimulate world politics, by using the formal structure of the novel *Ports of the East*, whose original title is *The Rock of Tanios*, written by the Lebanese author Amin Maalouf. This structure, called *The Stairs of the East*, was a codename given by the French to all Eastern Mediterranean ports that had become colonies. All the eastern coasts that we perceive as ports are, under the colonial naming of the French, “stairs” leading to the East. What we call literature or writing is not produced for a romantic narrative; most of the time, it transforms what needs to be expressed or explained politically or socially into a metaphor. In this way, it conveys its intended meaning while protecting it from the sharpness of history and politics. Such methods and theories were also frequently employed by ancient Greek philosophers. The perception of narrative, through critical dialogue, storytelling, humor, and dramatization, has become a performative expression that awakens society. Since narration is inevitable in any field of research, it constitutes the foundation of expression itself.

Throughout the study, it is emphasized that the events described in the aforementioned novel are not merely the story of a single city, but in fact the story of the peoples of the Middle East as a whole, and that the mosaic emerging from these stories has influenced cultural connections in other parts of the world. Theoretically, the method of intertextuality has been employed. Within the socio-geographical context, Braudel’s conceptualization of the Mediterranean from the Annales School has been utilized, and the conclusion has been explained through Ibn Khaldun’s concept of geography.

Keywords: Perception, Narrative, Beirut, East, History, Destiny.

INTRODUCTION

The history of exile and forced migration is as old as humanity itself. In all his works, Amin Maalouf has beautifully recounted historical codes and fateful motifs specific to the East within his stories. The story begins with an elderly man living in France who encounters a woman by chance. The woman is Clara, the wife of İsyen, who has been missing for years. This encounter unravels the entire story of the novel, and the reader learns who İsyen is, why he was exiled, and the historical upheavals in which he was caught up. İsyen is the child of a Lebanese Muslim father and an Armenian mother of Ottoman descent. His family was affected by the complex political events that took place during the dissolution of the Ottoman Empire. This mixed

background initiates his destiny of “being caught between two worlds,” which will continue throughout his life. Growing up in the East, Ossyane is raised under the cultural influence of the West; he learns French, goes to France, and studies medicine. Thus, he became a personality surrounded by dual identities such as East-West, Muslim-Christian, Arab-Armenian. During the uprising, he met a Jewish woman named Clara in France. During the Nazi occupation, they both joined the French Resistance. They fight together throughout the war, clinging to love and freedom. They marry after the war, but political turmoil separates them again. Clara is Jewish, Ossyane is Muslim. These differences become even more pronounced in the new world order that emerged after World War II. Political divisions, religious identities, and nationalism suffocate their happiness. İsyen returns to Beirut but feels he no longer belongs anywhere. The sectarian conflicts, identity wars, and political turmoil in Lebanon push him into internal exile. He grapples with his past on one hand and the political reality of his geography on the other. Over time, he becomes alienated from both the place he was born and the person he loved. Clara, believing him to be dead, is swept into another life. When they meet again years later in Paris, they are both spirits exiled from their own pasts. At the end of the novel, İsyen sees his own life as a kind of cultural memory. He realizes that his story is actually a miniature of the tragedy of the East and the Middle East:

Identity conflicts
Loss of belonging
Exile
Memory and forgetting

Table 1

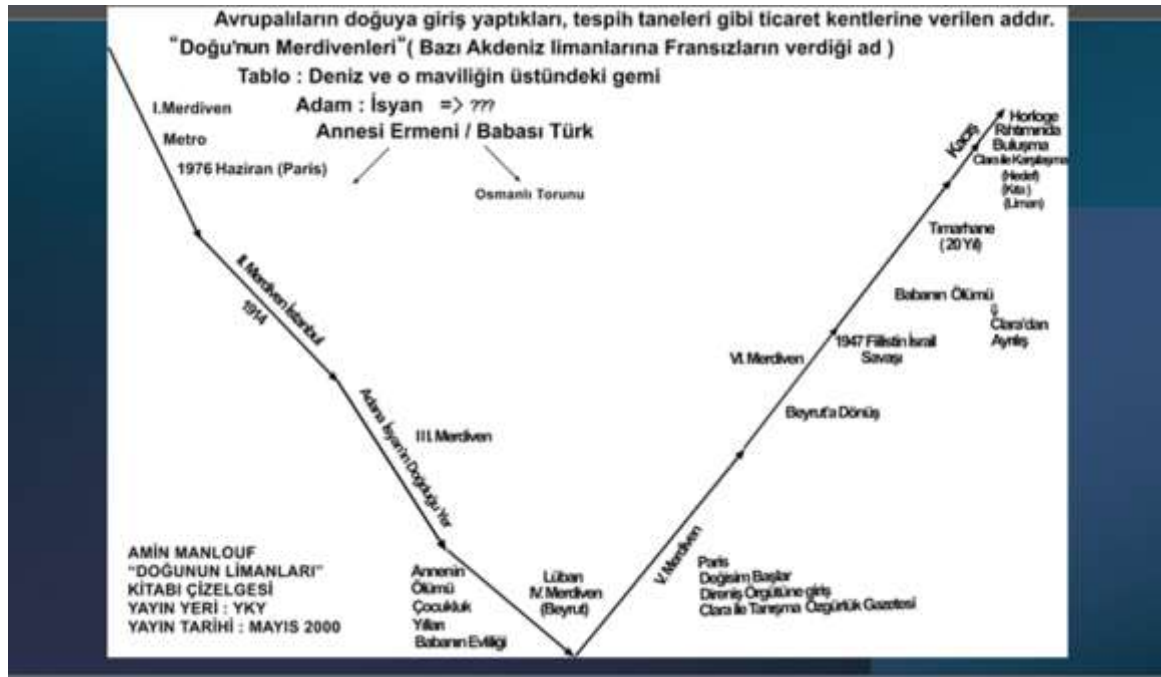
In this respect, the novel is less an individual love story than a narrative about the historical destiny of the East. Ports are symbolic places in this story where civilizations intersect but people are exiled. Exile, belonging, and identity issues in East-West relations Amin Maalouf's “Ports of the Orient” (originally titled “Stairs of the Orient”) focuses on an important identity issue. The main aim here is a cultural analysis of the historical destiny of the Middle East through literature. For Maalouf, the Middle East operates on the following codes

a) Exile and Statelessness
b) Identity and Belonging
c) East-West Tension
d) Colonialism and Memory

e) The Political Boundaries of Love

Table 2

The novel is not just the story of an individual, but the shared destiny of the peoples of the Middle East. Literature engages in political criticism not directly, but through metaphor and symbol. Maalouf's characters represent identities that oscillate between exile, foreignness, and memory. The image of the port symbolizes the destiny of the East as a place of transition and search. Literature carries the burden of the past while also producing a critical consciousness about the future. The connection established between the concepts of geography, history, and identity explains the continuity of "exile" in Maalouf's writing. The Ports of Destiny is more of a universal metaphor for the cultural destiny of the East than a historical city narrative.



The book's modeling and historical processes

The solution to the puzzle: Each event points to another historical rupture and to a reading of the history of the Middle East. On each staircase, Rebellion has experienced an event; in each city, along with its own destiny, the destinies of the cities have also changed.

Conclusion:

The impact of the historical process on humans is measured through the gaze of the other. In the past, humanity has been reshaped many times by this event. In this work, Amin Maalouf, while telling the stories of people who lived through the final years of the Ottoman Empire and other lives, actually presents the lives left on the threshold as another world begins and the



human fractures within the history of the Middle East. The chaos in the name of the rebellion and the fractures in his relationship with his lover of a different race, as well as his confinement in a mental hospital by his own brother, are important indicators of this. In particular, the idea of being confined to a mental hospital through his brother is actually a metaphor for what two brothers in the Middle East do to each other. This work is a summary of that.

REFERENCES

- Maalouf, A. (1998). *Ports of the East*. Vintage International.
- Torun, H. (2019). Jean-Luc Godard'ın *Müziğimiz* filmi ve bir tanık olarak Saraybosna. *Motif Akademi Halkbilimi Dergisi*, 12(26), 426–439. <https://doi.org/10.12981/mahder.538682>

DOĞA VATANDAŞLARI: KEŞFET, ÖĞREN, PAYLAŞ**Uzman Sınıf Öğretmeni Tayfur SARI**

Avukat Hasan Hüsnü Kılıç İlkokulu, 57402 Ayancık, Sinop

ORCID ID: 0000-0003-1956-1492**ÖZET**

Projemiz, adından da anlaşılacağı üzere öğrencilerin çevreye ve topluma karşı sorumluluklarını keşfetmelerini sağlamak amacıyla Çevre Bilinci temasını Aktif Vatandaşlık kavramıyla bütünleştiren disiplinler arası bir eğitim modelini önermektedir. Girişim, çocukların yalnızca doğa sevgisi ve sürdürülebilir yaşam ilkeleriyle donanması değil, aynı zamanda topluma katkıda bulunan yetkin bireyler olarak gelişimini desteklemeyi amaçlamaktadır.

Projenin temel hedefleri, öğrencilere çevre bilinci aşılacak ve doğa ile sosyal konularda derinlemesine farkındalık yaratmaktır. Bu bağlamda, katılımcıların aktif vatandaşlık, işbirliği, empati ve sosyal dayanışma gibi temel sosyal becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, projenin uygulanması sürecinde öğrencilerin teknolojiyi ve iletişim araçlarını güvenli ve etkin kullanma yeterlilikleri artırılabilecektir. Uluslararası boyut, Avrupa genelindeki diğer öğrencilerle işbirliği yaparak kültürel bağları güçlendirmeyi ve küresel vatandaşlık perspektifini teşvik etmeyi kapsamaktadır.

Sonuç olarak bu proje, çevre koruma sorumluluğunu aktif toplumsal katılım pratiğiyle birleştirerek, öğrencilerin hem yerel hem de küresel sorunlara duyarlı, çözüm odaklı ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etmeye kararlı bireyler olarak yetişmesine bilimsel ve pedagojik katkı sağlamayı hedeflemektedir. Tüm ortaklar olarak yapılan etkinlikler birlikte ve işbirliği çerçevesinde planlanmış, tüm ortakların şartları göz önüne alınarak oluşturulmuştur. Etkinlikler öğrencilere önce tanıtılarak onların görüşleri alınmış, onaylanan etkinlikler ile öğrencilerimizi geçtiğimiz yılın teması olan vatandaşlık ve tüm insanlığın sahip olması gereken çevre bilinci ile daha sosyal yönü gelişmiş, empatik bireyler haline getirmek hedeflenmiştir. Uygulanan etkinliklerde 22 mart dünya su gününe ve su kullanımımıza dikkat çekme, doğa gezisi, doğadan sanata dönüşüm etkinliği gibi öğrencilerin ön planda olduğu ve sorumluluk alacakları etkinlikler ön plana çıkmıştır. Ulusal ve uluslararası yaygınlaştırma çalışmaları ile projemiz gerek ulusal basında, gerekse eğitim sitelerinde ki haberlerde yer almış ve nihayetinde ulusal destek servisi tarafından kalite etiketi ile ödüllendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Doğa, dijital vatandaş, geri dönüşüm, sanat, teknoloji.

CITIZENS OF NATURE: DISCOVER, LEARN, SHARE

ABSTRACT

As the name suggests, our project proposes an interdisciplinary educational model that integrates the theme of Environmental Awareness with the concept of Active Citizenship, with the aim of enabling students to discover their responsibilities towards the environment and society. The initiative not only seeks to equip children with a love of nature and principles of sustainable living, but also aims to support their development as competent individuals who contribute to the community. The main objectives of the project are to instill environmental awareness in students and to create in-depth consciousness regarding both ecological and social issues. In this context, it aims to develop participants' key social skills such as active citizenship, cooperation, empathy, and social solidarity. Additionally, throughout the implementation process, students' ability to use technology and communication tools safely and effectively will be enhanced. The international dimension of the project involves fostering cultural ties and promoting a global citizenship perspective through collaboration with students across Europe.

In conclusion, this project aims to make a scientific and pedagogical contribution to raising individuals who are sensitive to both local and global issues, solution-oriented, and determined to build a sustainable future by combining environmental responsibility with active social participation. All partners planned the activities collaboratively within a framework of cooperation, taking into account each partner's conditions. The activities were first introduced to the students, and their opinions were gathered; the approved activities aimed to transform our students—guided by last year's theme of citizenship and universal environmental awareness—into more socially developed and empathetic individuals. The implemented activities included drawing attention to World Water Day on 22 March and our water usage, nature trips, and “from nature to art” recycling workshops, all of which prioritized student participation and responsibility. Through national and international dissemination efforts, our project was featured in national media and educational news platforms, and ultimately received the Quality Label award from the National Support Service.

Keywords: Nature, digital citizen, recycling, art, technology.

HACI SADULLAH AĞA'NIN BAYATÎ-ARABAN TAKIMINDAKİ İKİ BESTENİN BİÇİMSEL ÇÖZÜMLEMESİ

Doç. Dr. Ünsal DENİZ

İnönü Üniversitesi Devlet Konservatuvarı Müzik Bölümü Merkez Kampüsü
Malatya, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2035-4829

Öğr. Gör. Gülgün ÇOLAK

Gaziantep Türk Musikisi Devlet Konservatuvarı Türk Sanat Müziği Ana Sanat Dalı
Gaziantep, Türkiye

ORCID: 0000-0002-0923-6445

ÖZET

Bu çalışma, Klasik Türk müziğinin seçkin bestekârlarından Hacı Sadullah Ağa'nın Bayatî-Araban Takımı içerisinde yer alan iki Beste formundaki eserin biçimsel yapısını incelemektedir. Araştırmada, sözlü eserlerde yapısal çözümleme amacıyla kullanılan güfte merkezli form analizi yöntemi uygulanmıştır. Analiz sürecinde eserlerin form kurgusu, cümle düzeni, tekrar ilişkileri ve yapı bütünlüğü değerlendirilmiştir. Bulgular, her iki bestenin de klasik dönem form anlayışına uygun biçimde oluşturulduğunu ve müzikal cümlelerin dengeli bir düzen içinde ilerlediğini göstermektedir. Sadullah Ağa'nın bu iki eseri, biçimsel açıdan tutarlı, sade ve simetrik bir yapı sergilemekte; klasik üslûbun ölçülülüğünü yansıtmaktadır. Kullanılan yöntem, sözlü eserlerde biçimsel çözümleme için işlevsel bir yaklaşım sunmuş ve Türk müziği form analizinde çağdaş bir örnek oluşturmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hacı Sadullah Ağa, Bayatî-Araban, Beste, Form Analizi, Biçim

A FORMAL ANALYSIS OF TWO BESTE COMPOSITIONS IN HACI SADULLAH AĞA'S BAYATÎ-ARABAN SUITE

ABSTRACT

This study examines the formal structure of two Beste compositions included in Hacı Sadullah Ağa's Bayatî-Araban Suite, one of the prominent works of Classical Turkish music. The research employs the lyric-oriented form analysis method, which is used for structural examination of vocal compositions. During the analysis process, the form construction, sentence organization, repetition patterns, and overall structural coherence of the pieces were evaluated. The findings indicate that both compositions were structured in accordance with the formal principles of the classical period, maintaining a balanced and consistent progression of musical phrases. These two works by Sadullah Ağa exhibit a simple, symmetrical, and coherent design, reflecting the restraint and aesthetic balance of the classical style. The applied method provided a practical and systematic approach for formal analysis of vocal works, offering a contemporary contribution to the study of form in Turkish music.

Keywords: Hacı Sadullah Ağa, Bayatî-Araban, Beste, Form Analysis, Structure

1.1 Hacı Sadullah Ağa'nın Hayatı (1730–1801)

Hacı Sadullah Ağa, XVIII. yüzyılın sonları ile XIX. yüzyılın başlarında yaşamış, Klasik Türk Musikisi'nin önde gelen bestekâr ve hanendelerinden biridir. Fevkalâde güçlü bir sese sahip olduğu, saray fasıl heyetinde ser hanende (baş hanende) olarak görev yaptığı bilinmektedir. III. Selim dönemi bestekârları arasında, sanat anlayışı ve titizliğiyle öne çıkmış, klasik ekolün en seçkin temsilcilerinden biri olmuştur. Sadullah Ağa, Küçük Mehmet Ağa, Vardakosta Ahmed Ağa ve Hâfız Şeydâ ile birlikte Tâhîr Kâr adlı eseri bestelemiş, ayrıca uzun süredir icra edilmeyen Bayâtî-Arabân makamını yeniden canlandırmıştır. Bunun yanı sıra, Tanbûrî İzak ile birlikte Şedd-i Arabân faslını bestelemiş ve bu eseri Sultan III. Selim'e takdim etmiştir (Özalp, 2000, s. 142).

Kaynaklarda yer alan bir rivayete göre, Sadullah Ağa sarayda câriyelerle mûsikî meşk ederken, Padişah III. Selim'in ilgilendiği bir câriyeye gönül vermiştir. Olayı öğrenen padişahın öfkeye kapılarak Sadullah Ağa'nın idamını emrettiği, ancak saray erkânının padişahın daha sonra pişman olacağını düşünerek bestekârı gizlice hapsedtikleri anlatılır. Zindanda bulunduğu süre içinde Sadullah Ağa, uzun zamandır terk edilmiş olan Bayâtî-Arabân makamında bir fasıl bestelemiştir. Bu fasıl, sarayda icra edilip Padişah'ın dikkatini çekince, III. Selim eserin Sadullah Ağa'ya ait olduğunu öğrenir ve idam emrinin uygulanmadığını duyunca büyük bir sevinç duyar. Bu olay üzerine padişah, bestekârı bağışlar ve câriye ile evlenmelerine izin verir (Özalp, 2000, s. 143).

Sadullah Ağa'nın hayatına dair bu anlatı hem tarihsel hem sanatsal açıdan klasik dönem Osmanlı mûsikîsinde bestekârların saray çevresindeki konumunu ve padişah-sanatkâr ilişkisini göstermesi bakımından dikkat çekicidir. Onun eserleri, özellikle Bayâtî-Arabân makamındaki besteleriyle klasik formun zarif bir devamı niteliğini taşır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada Hacı Sadullah Ağa'nın Bayatî Araban Takımındaki eserlerin güvenilir nüshalarına ulaşarak, eserin form ve güfte analizinin yapılması amaçlanmıştır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlar, bu konu ile ilgili yapılabilecek çalışmalara yol göstermesi, kaynak oluşturması ve sonuçlara ilişkin önerilerde bulunması bakımından önem arz etmektedir.

1.4. Problem Durumu

Bu çalışmanın problem cümlesi “Hacı Sadullah Ağa’nın Bayati Araban Takımındaki eserlerinin güfte ve form analizi nasıldır?” olarak belirlenmiştir.

1.4.1. Alt problemler

Hacı Sadullah Ağa’nın Bayati Araban takımı;

1. 1. Bestenin form analizi nasıldır?

2. 2. Bestenin form analizi nasıldır?

1.5. Varsayımlar

Bu araştırmada;

1. Çalışmada kullanılacak yöntemin, araştırmanın konusuna, amacına ve problemin çözümüne uygun olduğu,

2. Araştırmada incelenecek eserler için nota arşivlerinin uygun ve yeterli olduğu varsayımından hareket edilmiştir.

1.6. Sınırlılıklar

Bu araştırma, Hacı Sadullah Ağa’nın Bayati-Araban takımında bulunan 4 eser ile sınırlıdır.

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, kapsamı, veri toplama ve analiz süreci açıklanmaktadır.

2.1. Araştırma Modeli

Bu çalışma, Hacı Sadullah Ağa’nın Bayatî-Araban Takımı’nın biçimsel çözümlemesine yönelik betimsel nitelikte bir araştırmadır. Araştırmada, Türk müziği form yapılarının incelenmesine uygun olan tarama modeli esas alınmıştır.

2.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, bestekâr Hacı Sadullah Ağa’ya ait tespit edilmiş 30 sözlü ve enstrümantal eser oluşturmaktadır. Çalışmanın örnekleme ise, Bayatî-Araban Takımı içinde yer alan Ağır Semâî, Yürük Semâî ve iki Beste formundaki toplam dört eserle sınırlıdır. Bu eserler, klasik dönem (XVIII–XIX. yüzyıllar) Türk müziğinin mısra yapısı, güfte kullanımı ve usûl özelliklerini açık biçimde yansıtan örneklerdir.

2.3. Veri Toplama ve Analiz Tekniği

Veriler, Kültür Bakanlığı Nota Arşivi ve TRT Türk Sanat Müziği Repertuarı’ndan elde edilmiştir. Eserlerin form analizinde Serda Türkel Öter (2018) tarafından önerilen “sözlü eserlere yönelik yeni form analiz yöntemi” kullanılmıştır.

Bu yöntemde analiz süreci güfte merkezlidir. Ezgisel cümleler, harf sistemiyle gösterilmektedir: Büyük harfler (A, B, C, D) ana müzik cümlelerini, Küçük harfler (a, b, c, d) alt cümlecikleri, “T” harfi terennümleri temsil etmektedir.

Güftedeki mısralar ise sayılarla ifade edilerek “1.A”, “2.B” gibi birleşik bir gösterim sistemiyle sunulur. Terennümlerdeki sözel farklılıklar T1. T2. biçiminde numaralandırılır (örneğin T1.D, T2.F). Bu sayısal-yapısal gösterim, her bir mısra ve ezgi ilişkisini açık biçimde ortaya koyar.

Ayrıca, form içindeki küçük farklılıklar üssü (') işaretiyle belirtilerek, önceki ezgiyle benzerliği korunur. Böylece hem genel form şeması hem de ayrıntılı cümlecik ilişkileri bütüncül biçimde gösterilmiş olur. Bu yöntem, sözlü eserlerin form-güfte bütünlüğünü vurgulayan çağdaş bir analiz yaklaşımıdır (Oter, 2018, s. 294–295).

BULGULAR VE YORUM

3.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

3.1.1. Hacı Sâdullah Ağa'nın Bayatî-arabân Çenber 1. Beste' sinin Form Analizi

Bayatîarabân makâmında ve çenber îkâ'ınd murabba'

(Beste): Hacı Sa'dullah Ağa'nın

1.A.a
2.A.a
4.A.a



Âh
Âh
Âh

Nev
Nâ
Sen

ci
mu
de

vâ
râ
ey

nım
dım
kâ

lût
bir
ni

fe
na
ke

dib
zar
rem

mes
kıl
lût

rû
ber
fun

ru
mu
la

şâd
râd
yâd

ey
ey
ey

le
le
be

ni

Öm
rüm

câ
nım
a

T.1.B.a

Şekil 1. Nev-civânım lûtf edip mesrûr u şâd eyle beni analiz notası

Nevcivânım lûtfedip- 2

1.A.b
2.A.b
4.A.b

mân mân mân Mes rû ru şâd ey
Kıl ber mu râd ey
Lût fun la yâd ey

le le le le le be
le le be

T.1.B.b

ni òm rûm vâý hey câ nîm hey câ nîm

3.C.a

Âh hâ tî rîm dan

bir bir ne

fes çık

maz ü mî di

Şekil 2. Nev-civânım lûtf edip mesrûr u şâd eyle beni analiz notası (devamı 2).

Nevcivanım lûtfedip- 3

46 vüs la

50 tın Öm rüm câ nım a T.1.B.a

54 man çık maz ü mî di 3.A.b

58 vu vüs la

62 tın öm rüm vâ y hey câ nım D.C. S A Z T.1.B.b

Şekil 3. Nev-civânım lûtf edip mesrûr u şâd eyle beni analiz notası (devamı 3)

Tablo 2. Murabba 1. Beste' nin Güfte ve Terennüm Dağılımı

BAYATİ ARABAN MURABBA 1. BESTE		
Mısra	Güfte/Terennüm	Ezgi
1.	a Nev-civânım lûtf edip mesrûr u şâd eyle beni	A
T.1.	a Ömrüm cânım amân mesrur-u şâd eyle beni ömrüm vay	B
1.	b mesrûr u şâd eyle beni	A
T.1	b Ömrüm vay hey cânım	B
2.	a Nâ-murâdım bir nazar kıl ber-murâd eyle beni	A
T.1	a Ömrüm cânım amân mesrur-u şâd eyle beni ömrüm vay	B
2.	b kıl ber-murâd eyle beni	A
T.1	b Ömrüm vay hey cânım	B
3.	b Hâtırimdan bir nefes çıkmaz ümîd-i vuslatın	C
T.1	a Ömrüm cânım amân mesrur-u şâd eyle beni ömrüm vay	B
3.	a çıkmaz ümîd-i vuslatın	A
T.1	b Ömrüm vay hey cânım	B
4.	a Sen de ey kân-ı kerem lûtfunla yâd eyle beni	A
T.1	a Ömrüm cânım amân mesrur-u şâd eyle beni ömrüm vay	B
4.	b lûtfunla yâd eyle beni	A
T.1	b Ömrüm vay hey cânım	B

1.A.a + T.1.B.a + 1.A.b + T.1.B.b

2.A.a + T.1.B.a + 2.A.b + T.1.B.b

3.C.a + T.1.B.a + 3.A.a + T.1.B.b

4.A.a + T.1.B.a + 4.A.b + T.1.B.b

Murabba Beste

3.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

3.2.1. Hacı Sâdullah Ağa'nın Bayatî-arabân Hafif 2. Beste' sinin Form Analizi

Bayatî-arabân makâmında ve Hafif îkâ'ında murabba'

(Beste): Hacı Sa'dullah Ağa'nın

1.A.a
2.A.a
4.A.a

[1] İkâ'ı
Hafif

Âh Bül bü li dil
Âh Ber ki gül
Âh Gön lüm â şûf

ey ey gü li
bu bu yi is
te te ki lan ra'
te te ki lan sev

1.A.b
2.A.b
4.A.b

nâ se nin dir
nâ se nin dir
dâ se nin dir

1.A.c
2.A.c
4.A.C

sen be nim

17 T.1.B

Â hi be nim câ nim âh ce nâ nim

11

Mir ri bâ nim a mân a mân

Şekil 4. Bülbül-i dil ey gül-i ra'nâ senindir sen benim analiz notası.

Bülbül-i dil- 2



25 sen se se be bim sin

29 sen be nim hey câ nim hey câ nim

33 *Meyan* 3.C.a Âh Hal ka i zül

37 fü fün he vâ sı

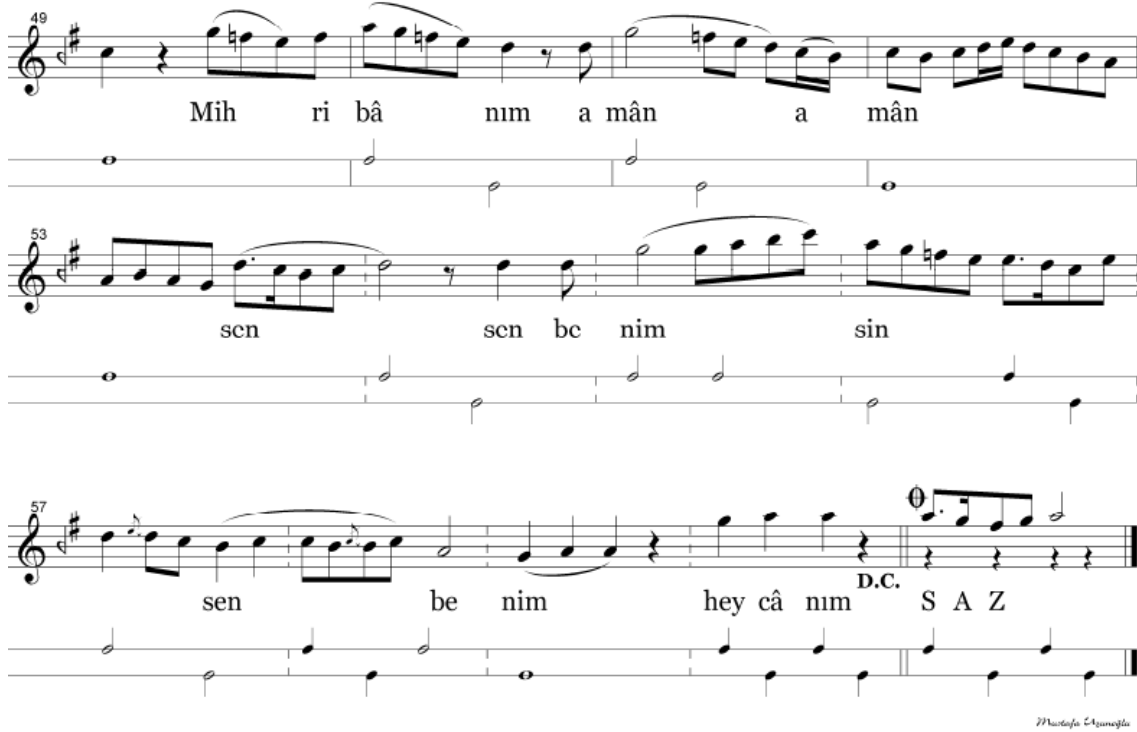
41 ben de ni mec

45 3.A.c nûn i der

49 T.1.B Â hı be nim câ nim âh ce nâ nim

Şekil 5. Bülbül-i dil ey gül-i ra'nâ senindir sen benim analiz notası (devamı 2).

Bülbül-i dil- 3



49 Mih ri bâ nim a mân a mân

53 sen sen be nim sin

57 sen be nim hey câ nim D.C. S A Z

M. Mustafa Çakır

Şekil 6. Bülbül-i dil ey gül-i ra'nâ senindir sen benim analiz notası (devamı 3).

Tablo 3. Murabba 2. Beste' nin Güfte ve Terennüm Dağılımı

BAYATÎ ARABAN MURABBA 2. BESTE				
Mısra	Güfte/Terennüm			Ezgi
1.	a Bülbül-i dil ey gül-i ra'	b nâ senindir	c sen benim	A
T.1.	Âh benim cânım âh cenânım Mihribânım amân amân sen benimsin sen benim			B
2.	a Berg-i gülde bûy-i istiğ-	b -nâ senindir	c sen benim	A
T.1	Âh benim cânım âh cenânım Mihribânım amân amân sen benimsin sen benim			B
3.	3.C.a Halka-i zülfün hevâsı	3.A.c bendeni meftûn eder		A-C
T.1	Âh benim cânım âh cenânım Mihribânım amân amân sen benimsin sen benim			B
4.	a Gönlüm âşüfte kılan sev-	b -dâ senindir	c sen benim	A
T.1	Âh benim cânım âh cenânım Mihribânım amân amân sen benimsin sen benim			B

1.A.a + 1.A.b + 1.A.c + T.1.B

2.A.a + 2.A.b + 2.A.c + T.1.B

3.C.a + 3.A.c + T.1.B

4.A.a + 4.A.b + 4.A.c + T.1.B

Murabba Beste

SONUÇLAR

Bu çalışma, Klasik Türk müziği repertuvarında önemli bir yere sahip olan Hacı Sadullah Ağa'nın Bayatî-Araban Takımı'nda yer alan iki Beste formundaki eserleri biçim yönünden incelemiştir. Araştırmada, sözlü eserlerin yapısal çözümlemesinde etkin sonuçlar veren güfte merkezli form analizi yöntemi uygulanmıştır.

Analiz bulguları, her iki bestenin de form bütünlüğü, makamsal seyir ve güfte- ezgi uyumu bakımından klasik fasıl anlayışına tam olarak uygun biçimde kurgulandığını göstermektedir. Her iki eserde de ana müzik cümleleri (A, B, C...) açık biçimde tanımlanmış, alt cümlecikler (a, b, c...) bu yapıya bağlı olarak gelişmiştir. Terennümler (T) biçimsel sürekliliği destekleyen

bir unsur olarak kullanılmış; söz değişimleri numaralandırılarak form içindeki işlevleri belirlenmiştir.

Birinci Beste’de durağan ve kararlı bir seyir, ikinci Beste’de ise daha içsel ve duygusal bir anlatım hâkimdir. Her iki eser de, Bayatî-Araban makamının karakteristik seyir özelliklerini korurken bestekârın bireysel üslûbunu da ortaya koymaktadır. Sadullah Ağa, makam geçkilerinde ölçülü davranarak formun bütünlüğünü korumuş, sade ama derin bir ifade dili oluşturmuştur.

Bu inceleme sonucunda, kullanılan analiz yönteminin sözlü eserlerde biçimsel yapıyı çözümlemede etkili ve açıklayıcı bir sistem sunduğu görülmüştür. Çalışma, hem Hacı Sadullah Ağa’nın klasik dönem anlayışına bağlı kompozisyon tekniklerini hem de güfteye dayalı form yaklaşımını ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, Bayatî-Araban Takımı’ndaki iki Beste, klasik üslûbun sadeliğini, yapısal dengesini ve duygusal inceliğini yansıtan örnekler olarak değerlendirilmiştir. Sadullah Ağa, bu eserlerle hem kendi döneminin estetik anlayışını güçlendirmiş hem de Türk müziği form geleneğine özgün bir katkı sağlamıştır.

KAYNAKÇA

- Oter, S.(2018). Klâsik Türk Mûsikîsi’nde Sözlü Eserlere Yönelik Olarak Yeni Bir Form Analizi Yöntem Önerisi, Turan-Sam Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi, Sayı.39.ss.292-298.
- Ak, A.Ş. (2002). *Türk Musikîsi Tarihi*. (Cilt: 1, s: 88-91). Ankara: Akçağ Basım Yayım Pazarlama A.Ş.
- Özalp, İ. H. (2000). *Türk Musikîsi Tarihi* (s. 142). İstanbul: Millî Eğitim Basımevi.

CİNUÇEN TANRIKORUR'UN “BİR BÜSELİK MEHLİKÂ SULTAN” ADLI ESERİNİN MAKAMSAL ANALİZİ

Doç. Dr. Ünsal DENİZ

İnönü Üniversitesi Devlet Konservatuvarı Müzik Bölümü Merkez Kampüsü

Malatya, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2035-4829

Öğr. Gör. Gülgün ÇOLAK

Gaziantep Türk Musikisi Devlet Konservatuvarı Türk Sanat Müziği Ana Sanat Dalı

Gaziantep, Türkiye

ORCID: 0000-0002-0923-6445

ÖZET

Bu çalışma, Cinuçen Tanrıkorur'un “*Bir Büselik Mehlikâ Sultan*” adlı eserini, Büselik makamının tarihsel temelleri ve nazari yapısı çerçevesinde incelemektedir. Araştırmada, Tanrıkorur'un geleneksel Türk musikisi anlayışını koruyarak, bu yapı içinde kişisel bir yorum ve üslup geliştirdiği ortaya konmuştur. Eserin seyir özellikleri incelendiğinde, Büselik makamının sade ve içten karakteri korunmuş; buna karşın Hicaz, Şehnâz ve Sabâ gibi geçkilerle melodik bir zenginlik sağlanmıştır. Besteci, klasik makam bilgisini çağdaş bir estetik duyarlılıkla birleştirerek “devam geleneği” anlayışını başarıyla sürdürmüştür. Sonuç olarak, “*Bir Büselik Mehlikâ Sultan*”, hem geleneksel makamsal yapının hem de bireysel yaratıcılığın uyum içinde yer aldığı özgün bir örnek olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cinuçen Tanrıkorur, Büselik Makamı, Makamsal Analiz, Türk Musikisi.

A MODAL ANALYSIS OF CİNUÇEN TANRIKORUR'S WORK "A BİR BÜSELİK MEHLİKÂ SULTAN"

ABSTRACT

This study analyzes Cinuçen Tanrıkorur's composition “*Bir Büselik Mehlikâ Sultan*” within the historical and theoretical framework of the Büselik makam. The findings reveal that Tanrıkorur preserves the traditional structure of Turkish classical music while developing a distinctive personal style. The modal progression of the piece maintains the simple and sincere character of the Büselik makam, yet incorporates modulations such as Hicaz, Şehnâz, and Sabâ, enriching its melodic texture. By combining classical modal knowledge with a contemporary aesthetic sensitivity, the composer successfully reflects the concept of “continuity within tradition.” Consequently, “*Bir Büselik Mehlikâ Sultan*” stands as an original work that harmoniously blends traditional modal integrity with individual creativity.

Keywords: Cinuçen Tanrıkorur, Büselik Makam, Modal Analysis, Turkish Music.

1. GİRİŞ

Türk musikisi, tarih boyunca makam kavramı etrafında şekillenmiş zengin bir sistemdir. Her makam, belirli perde dizileri, seyir yönleri ve duygusal renkleriyle kendi kimliğini oluşturur.

Bu sistem, yüzyıllar boyunca hem sözlü hem yazılı aktarım yoluyla korunmuş, farklı dönemlerdeki nazariyatçılar tarafından ayrıntılı biçimde tarif edilmiştir. Bu gelenek içinde yetişen Cinuçen Tanrıkörur, hem icracı hem bestekâr kimliğiyle klasik anlayışı sürdüren, ancak bunu çağdaş bir estetik duyarlılıkla yorumlayan sanatçılar arasında özel bir yere sahiptir.

Bu bildiride, Tanrıkörur'un "Bir Bûselik Mehlikâ Sultan" adlı eseri temel alınarak Bûselik makamının yapısal özellikleri ve bestecinin bu makam üzerindeki yorumu incelenmiştir. Bûselik, Türk müziği repertuvarında sade, içten ve duru karakteriyle öne çıkan makamlardan biridir. Fakat tarih boyunca farklı nazariyatçılar bu makamı çeşitli şekillerde tanımlamış; özellikle seyir yönü, durağı ve güçlü perdesi açısından küçük nüanslar ortaya koymuştur. Bu durum, Bûselik makamının hem sürekliliğini hem de zaman içindeki değişkenliğini göstermesi bakımından dikkat çekicidir.

Tanrıkörur'un bu eseri, klasik Bûselik karakterini korurken, kendi döneminin estetik anlayışıyla uyumlu bir ifade biçimi geliştirmiştir. Bu çalışma, eserin makamsal özelliklerini açıklamakla kalmayıp, aynı zamanda Bûselik makamının tarihî tarifleriyle güncel uygulaması arasında bir bağ kurmayı amaçlamaktadır. Böylece Türk musikisinde "devam geleneği" anlayışı içinde, klasik makam bilgisinin çağdaş bir yorumla nasıl yaşatıldığı ortaya konulmaktadır.

1.1 Cinuçen Tanrıkörur'un Sanat Hayatı¹

20. yüzyıl Türk musikisinin en önemli bestekâr, udî ve nazariyatçılarından biri olan Cinuçen Tanrıkörur, 20 Şubat 1938 tarihinde İstanbul'un Fatih semtinde dünyaya gelmiştir. Sanatla iç içe bir ailede yetişen Tanrıkörur'un müziğe ilgisi küçük yaşlarda fark edilmiş, ilk klasik eserleri annesi ve amcası aracılığıyla meşk yöntemiyle öğrenmiştir. Henüz çocuk yaşlarda olağanüstü bir işitme ve ezgi belleğine sahip olduğu gözlemlenmiş; bu durum, onun ilerleyen yıllarda hem ud icrasında hem de bestecilikte derin bir teknik ve estetik olgunluğa ulaşmasının temelini oluşturmuştur².

Lise öğrenimini İtalyan Lisesi'nde tamamladıktan sonra Devlet Güzel Sanatlar Akademisi Yüksek Mimarlık Bölümü'nden mezun olan Tanrıkörur, farklı bir meslek alanında eğitim

¹ Bu bölümde yer alan biyografik bilgiler, Cinuçen Tanrıkörur'un yaşamını ve sanat hayatını en kapsamlı biçimde ele alan Reha Sağbaş editörlüğündeki Cinuçen Tanrıkörur Beste Külliyyatı (Atatürk Kültür Merkezi Yay., 2019) adlı eserden alınmıştır. Söz konusu külliyyat, sanatçının hayatı, eserleri, makam anlayışı ve icracılığını arşivsel belgelerle belgelediği için en güvenilir başvuru kaynağıdır.

² <https://islamansiklopedisi.org.tr/tanrikorur-cinucen>.

görmesine rağmen müzikten hiçbir zaman kopmamıştır. 1960'lı yıllardan itibaren İstanbul ve Ankara radyolarında görev almış, daha sonra Ankara Radyosu Türk Sanat Müziği Şube Müdürlüğü görevini yürütmüştür. Bu dönemde hem yönetsel hem de sanatsal açıdan birçok yeniliğe öncülük etmiş; aynı zamanda radyo programları, konserler ve konferanslarla Türk musikisinin bilimsel temelde tanıtılmasına önemli katkılar sağlamıştır. 1984 yılında Selçuk Üniversitesi Müzik Eğitimi Bölümü'nü kurarak, Türk ve Batı müziği temelli karma bir müfredat oluşturması, onun eğitimci kimliğinin de kalıcılığını göstermektedir.

Tanrıkörur'un bestekârlık yönü, geleneksel çizgiye bağlılıkla birlikte yenilikçi bir anlayışın sentezidir. Klasik Türk musikisinin temelini oluşturan makam ve usûl sistemine büyük sadakat göstermiş, ancak bu yapı içinde yeni ses ufukları denemekten de çekinmemiştir. Şeddisabâ, Zâvilaşîrân ve Gülbûse adlı üç yeni makamı terkîb ederek musikimize kazandırmış; böylece gelenek içinde yenilik arayışının en seçkin örneklerinden birini vermiştir. Bestelerinde Hicaz, Kürdîlihicazkâr, Nişâbürek, Bûselik ve Nihâvend gibi makamları sıkça kullanmış, özellikle şarkı ve fantezi formunda zengin bir repertuvar oluşturmuştur. Eserlerinde kullandığı geniş makam yelpazesi ve teknik mükemmeliyet, onun hem klasik formlara hâkimiyetini hem de özgün bir ifade arayışını yansıtır.

Tanrıkörur'un besteciliğinde dikkat çeken bir diğer özellik, edebiyatla olan derin bağıdır. Yahya Kemal Beyatlı, Fuzûlî, Bâkî ve Nef'î gibi büyük şairlerin şiirlerinden bestelediği eserler, onun söz-müzik birlikteliğine verdiği önemi açıkça göstermektedir. Bu bağlamda, Yahya Kemal'in "Bir Bûselik Mehlika Sultan" şiiri üzerine bestelemiş olduğu "Bir Bûselik Mehlikâ Sultan" adlı eser, hem şiirin mistik derinliğini hem de Bûselik makamının yumuşak duygusal dokusunu ustalıkla birleştirmesi bakımından özel bir yere sahiptir. "Bir Bûselik Mehlikâ Sultan" adlı bu eser, bestekârın edebiyat duyarlılığı ile musikî bilgisini aynı potada eriterek, geleneksel Türk musiki formuna çağdaş bir ifade kazandırdığı örneklerden biridir.

Cinuçen Tanrıkörur, yalnızca bir bestekâr değil; aynı zamanda düşünür, ud virtüözü, öğretici ve kültür temsilcisidir. "Saz ü Söz Arasında", "Türk Müzik Kimliği" ve "Müzik, Kültür ve Dil" gibi eserleriyle Türk musikisinin estetik, tarihî ve felsefî boyutlarını kaleme almış; hem uygulayıcı hem de teorisyen olarak musikî tarihimizde müstesna bir yer edinmiştir. 28 Haziran 2000 tarihinde vefat eden sanatçı, mezar taşına yazılmasını istediği "Udî Bestekâr" ibaresiyle, hayatını adadığı sanatıyla özdeşleşmiştir. Onun "Bir Bûselik Mehlikâ Sultan" gibi eserleri, günümüzde hâlâ klasik üslubun zarafetini modern bir duyarlılıkla yaşatmaktadır.



Resim 1. Tanrıkorur ve yakın dostu Fahrettin Çimenli. İstanbul, 1997.

1.2 Cinuçen Tanrıkorur'un bestelerinde kullandığı Makamlar³

Makam	Sayı	Makam	Sayı	Makam	Sayı
Hicaz	32	Muhayyerkürdî	8	Hisarbûselik	2
Kürdülhicazkâr	32	Nikrîz	8	Pesendide	2
Nişâbürek	26	Bayâtî	7	Zâvil	2
Bûselik	25	Hicaz (Uzzâl)	7	Acem	1
Nihâvend	23	Şeddisabâ	7	Acemkürdî	1
Rast	21	Çârgâh	6	Bûselikaşîran	1
Hüzzam	18	Evc	6	Çârgâh (Yeni)	1
Dügâh	16	Ferahfezâ	6	D Majör	1
Hüseyinî	16	Gülbûse	6	Evc-i Şevk	1
Evcârâ	15	Ferahnâk	5	Ferahnümâ	1
Segâh	15	Sûznâk	5	Gerdâniye	1
Hicazkâr	14	Şedaraban	5	Gülizâr	1
Şehnâz	13	Acemaşîran	4	Hicaz (Zirgüle)	1
Uşşâk	12	Muhayyer	4	Hüseyinî-B Minör	1
Zâvilaşîran	12	Muhayyersünbüle	4	Mahûrbûselik	1
Bayâtîaraban	11	Tâhîrbûselik	4	Nevâbûselik	1
Nev' eser	10	Dilkeşhâverân	3	Sabâbûselik	1
Şevkefzâ	10	Hisar	3	Sûzidilârâ	1
Bestenigâr	9	İsfahan	3	Şehnâz-Bûselik	1
Çeşitli	9	Sabâ	3	Şivenümâ	1
Karcıgar	9	Sûzidil	3	Tâhîr	1
Sultânîyegâh	9	Arazbarbûselik	2	D Minör	1
Mâhur	8	Evcbûselik	2	Toplam	505

2. BULGULAR VE YORUM

2.1 Bûselik Makamının Tarihsel Süreçteki Nazari Tanımları ve Seyir Özellikleri

Hızır Ağa, *Tefhîmü'l-Makâmât* adlı eserinde Bûselik makamına dair yalnızca onun on iki makam arasında onuncu sırada yer aldığı bilgisini vermekte, bunun dışında herhangi bir detay sunmamaktadır (Levendoglu, 2002: 67).

Tanbûri Artin'in tarifine göre Bûselik makamı, seyrine hüseyinî perdesi civarından başlar. Acem perdesine ulaştıktan sonra çârgâh perdesine tam perdelerle çıkar ve ardından bûselik perdesi üzerinden râst perdesine kadar inerek, nihayetinde dügâh perdesinde karar eder (Judetz, 2002: 46).

³ Gülgün Çolak, "Udî Bestekâr Cinuçen Tanrıkorur," *Türk Müziğinde İz Bırakanlar VI*, ed. Ünal İmîk ve Sinan Haşhaş (İstanbul: Efe Akademik Yayıncılık, 2024), 185, 190–191.

Abdûlbaki Nâsır Dede'ye göre Bûselik makamı, hüseyinî perdesiyle başlayan bir seyir izler; bûselik perdesinden geçerek zirgüle aracılığıyla düğâh perdesinde son bulur. Ayrıca makam, hüseyinî perdesinden yukarıya doğru acem, gerdâniyye ve muhayyer perdelerine kadar genişleyerek seyredir. Bununla birlikte, zirgüle perdesinin kullanımı konusunda eski nazariyatçılar arasında çeşitli fikir ayrılıkları bulunmaktadır (Başer, 2013: 119).

Hüseyin Saadettin Arel ile Mehmet Suphi Ezgi arasında Bûselik makamının yapısı konusunda herhangi bir görüş ayrılığı bulunmamaktadır. Her iki müzikolog da Bûselik makamının, güçlü sesi olan hüseyinî perdesinden itibaren kurulan bir hicaz dörtlüsünün, bûselik beşlisine eklenmesiyle meydana geldiğini ifade etmektedir (Kutluğ, 2000: 154).

Tanbûrî Cemil Bey'e göre ise Bûselik makamı, düğâh perdesinde karar eder ve tamamen doğal seslerden oluşur. Ser perdesinde herhangi bir değişiklik işareti bulunmazken, ikinci fasılada yer alan segâh perdesi, klasik segâh sesi değil, çargâh ile segâh arasında kalan ve segâha yakın tınlayan bir bûselik perdesi olarak değerlendirilir. Makamın seyri düğâh ve bûselik perdelerinde başlar, alt yapısı düğâh ile gerdâniyye, meyan bölgesi ise nevâ ve tiz nevâ perdelerinde şekillenir. Karar ise muhayyer ile zirgüle perdeleri arasında gerçekleştirilir (Cevher, 1992: 52).

2.2 Bir Bûselik Mehlikâ Sultan: Cümle Temelli Makam Analizi



Şekil 2- 1. Müzik Cümlesinin Makamsal Analizi

Eserin giriş kısmında, Bûselik makamının klasik seyrine uygun bir başlangıç karakteri göze çarpmaktadır. Çinuçen Tanrıkörür, burada makamın orta bölge perdeleri etrafında gezinerek eserin duygu alanını sakin bir şekilde açmaktadır. Seyir, Çargâh perdesi civarında başlamıştır. Bu tercih, Bûselik makamında sık rastlanan bir açılış yönüdür. İlerleyen cümlelerde yeden perdesi olan nim zirgüle kısa süreli olarak duyurulmuş ve bu perde aracılığıyla karar perdesi olan Düğâh'a iniş gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3- 2. Müzik Cümlesinin Makamsal Analizi

Bu bölümde Hüseyinî perdesi merkez alınmıştır. Ezgi, Hüseyinî üzerinde Uşşak seslerinde dolaşmış, ardından Bûselik perdesi alınarak karara gelinmiştir. Bu bölümdeki perde ilişkileri, Bûselik makamının geleneksel seyrine uygun biçimde düzenlenmiştir. Hüseyinî çevresinde gerçekleştirilen geçici hareketler, eserin genel yapısı içinde doğal bir geçiş alanı oluşturmuştur.



Şekil 4- 3. Müzik Cümlesinin Makamsal Analizi

Bu bölümde Muhayyer perdesi merkez alınmıştır. Ezgi, Muhayyer perdesi üzerinde Hicaz Hümayun dizisi karakterinde kısa süreli dolaşmalar yapmıştır. İkinci dizekten itibaren Muhayyer perdesinin hem üzerinde hem de altında Hicaz dizileri duyurulmuştur. Üçüncü dizekte, Hüseyinî perdesi üzerinde Hicaz, aynı zamanda Muhayyer perdesi çevresinde de Hicaz seyri yer almıştır. Bu durum, Hicazeyn makamı karakterinin belirgin biçimde hissedilmesine neden olmuştur. Dolayısıyla, ikinci dizekten beşinci dizeğe kadar olan kısımda, Şehnâz makamına geçki yapılmıştır.



Şekil 5- 4. Müzik Cümlesinin Makamsal Analizi

Bu bölümde donanım Hicaz donanımına çevrilmiştir. Seyir incelendiğinde, başlangıçta Hicaz-Uzzal karakterinde bir hareket gözlenmektedir. Ardından seyir, klasik Hicaz makamı çizgisine yönelerek ilerlemiştir. Bölümün sonunda ise eser, karara yani Dügâh perdesine Nim Zirgüle perdesiyle gelmiştir.



Şekil 6- 5. Müzik Cümlesinin Makamsal Analizi

Donanım Sabâ makamı donanımına çevrilmiş, seyir boyunca Dügâh makamı karakterinde bir dolaşım gözlenmiştir. Çargâh perdesi üzerinde Sabâ makamının renkleri duyurulmuş, ardından Dügâh perdesine gelinerek eser Dügâh makamına bürünmüştür.



Şekil 7- 6. Müzik Cümlesinin Makamsal Analizi

Donanım yeniden Hicaz dizisine çevrilmiştir. Seyir, önceki Hicaz bölümünde olduğu gibi Hicaz-Uzzal karakterinde ilerlemiş; sonunda ise eser, karara Nim Zirgüle perdesiyle ulaşmıştır.



Şekil 8- 7. Müzik Cümlesinin Makamsal Analizi

Hicaz donanımı bu bölümde de korunmuş, seyir tiz seslerden başlatılmıştır. Muhayyer perdesi üzerinde Hicaz makamına özgü motiflerle giriş yapılmış, ardından yerindeki Hicaz seslerine dönmüştür. Bölüm, kararda yine Nim Zirgüle perdesiyle sonlanmıştır.





Şekil 9- 8. Müzik Cümlesinin Makamsal Analizi

Donanımda bu kısımda herhangi bir arızalı perde bulunmamaktadır. Seyir, Gerdâniye perdesi üzerinde Çargâh makamına özgü motiflerle başlatılmış; devamında Hüseyinî perdesi tutulmuştur. Seyrin ilerleyen kısmında, Hüseyinî makamının giriş seyrini andıran bir açılış görülmektedir. Hüseyinî perdesinde Uşşak makamı sesleri etrafında dolaşmış, ardından Neva perdesi üzerinde kısa süreli bir Hicaz geçkisi yapılmıştır.



Şekil 10- 9. Müzik Cümlesinin Makamsal Analizi

Bölüm, Bûselik makamı karakterinde gezintilerle karara ulaşmıştır. Eserin son kısmında, giriş bölümündeki melodik yapı büyük ölçüde tekrarlanmış; seyir, yaklaşık %90 oranında benzer bir işleyiş göstermiştir. Bu kısımda Bûselik makamı karakteri belirginleşmiş ve eser, asıl makamına dönerek Bûselik makamı ile karara ulaşmıştır.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Cinuçen Tanrıkorur'un "*Bir Bûselik Mehlikâ Sultan*" adlı eseri, Bûselik makamının tarihsel ve nazari yapısı ışığında değerlendirilmiştir. Analiz bulguları, bestecinin geleneksel Türk musikisi anlayışına bağlı kaldığını, ancak aynı zamanda kişisel bir üslup

geliştirdiğini ortaya koymuştur. Eserin genelinde Bûselik makamının karakteristik sadeliği korunmuş; yer yer yapılan Hicaz, Şehnâz ve Sabâ geçkileriyle melodik çeşitlilik sağlanmıştır. Bu geçkiler, Tanrıkörur'un makamsal dildeki hâkimiyetini ve klasik yapı içinde yenilikçi yaklaşımını yansıtmaktadır.

Tanrıkörur'un eseri, klasik makam sisteminin kurallarını ihlal etmeden, duygusal yoğunluğu yüksek bir anlatım dili sunmaktadır. Giriş ve sonuç bölümlerinde Bûselik makamına dönüş, form bütünlüğünü güçlendirmiş; bu yönüyle eser, geleneksel seyir düzenine bağlı kalırken özgün bir ifade alanı yaratmıştır.

Sonuç olarak, “*Bir Bûselik Mehlikâ Sultan*”, Bûselik makamının zarif ve sade karakterini çağdaş bir anlayışla birleştiren, “devam geleneği” fikrinin güçlü bir örneğidir. Tanrıkörur'un bu eseri hem klasik üslubun korunmasına hem de Türk musikisinde bireysel yaratıcılığın ön plana çıkmasına katkı sağlayan önemli bir yapıt olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Başer, F. Â. (2013). *Türk Mûsikisinde Abdûlbâki Nâsır Dede*. İstanbul: Konservatuvar Müdürlüğü Yayınları.
- Cevher, M. H. (1992). *Tanbûrî Cemil Bey ve Rehber-i Musiki* [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]. İzmir.
- Çolak, G. (2024). *Udî Bestekâr Cinuçen Tanrıkörur*. In Ü. İmîk & S. Haşhaş (Eds.), *Türk Müziğinde İz Bırakanlar VI* (pp. 185, 190–191). İstanbul: Efe Akademik Yayıncılık.
- Kantemiroğlu, D. (2001). *Kitâb-ı 'İlmü'l Mûsikî 'alâ Vechi'l Hurûfât* (Y. Tura, Trans.). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Kutluğ, Y. F. (2000). *Türk Musikisinde Makamlar*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Levendoglu, N. O. (2002). *XIII. Yüzyıldan Günümüze Kadar Varlığını Sürdüren Makamlar ve Değişim Çizgileri* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Popescu-Judet, E. (2002). *Tanburî Küçük Artin*. İstanbul: Pan Yayıncılık.
- Tanrıkörur, B. (2019). R. Sağbaş (Ed.), *Cinuçen Tanrıkörur Beste Külliyyatı*. Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yayınları.

İNTERNET KAYNAKLARI

<https://islamansiklopedisi.org.tr/tanrikorur-cinucen>.

YEŞİL PSİKOLOJİK İKLİMİN YEŞİL BİLGİ PAYLAŞIMINA ETKİSİ: KARAMAN TURİZM SEKTÖRÜ ÇALIŞANLARI ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Dr. Evrim TARTAN SELÇUK

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi

ORCID NO: 0000-0002-4132-2765

Öğr. Gör. Dr. Vural DENİZ

Selçuk Üniversitesi, Hadim Meslek Yüksekokulu,

ORCID NO: 0000-0001-8190-3065

Prof. Dr. Gökhan KERSE

Kafkas Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

ORCID NO: 0000-0002-1565-9110

ÖZET

Örgüt iklimi, çalışanların davranışları üzerinde belirleyici olan faktörlerden biri olarak uzun yıllardır alan yazında farklı bağlamlarda tartışılmıştır. Yaşanan toplumsal gelişmeler doğrultusunda yenilikçi/yaratıcı örgüt iklimi, etik iklim, destekleyici örgüt iklimi gibi farklı başlıklarda ele alınmıştır. Son yıllarda artan çevresel sorunlar ise yeşil psikolojik iklim kavramını gündeme getirmiştir. En yalın haliyle çalışanların örgütlerini ne derece çevreci bulduklarına dair algılarını ifade eden yeşil psikolojik iklim, çalışanların davranışları üzerinde de etkili olmaktadır. Bu çalışmada yeşil psikolojik iklimin yeşil bilgi paylaşımı üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Yeşil bilgi paylaşımı, çalışanların çevreci fikir ve deneyimlerini paylaşmasıdır ve örgütün çevresel performansı açısından önem taşımaktadır. Çalışanların örgütlerini çevreci algılamalarının onların fikir ve deneyimlerini paylaşmasını teşvik edeceği düşünülmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmada Karaman'da turizm sektöründe çalışan 94 çalışanın dahil olduğu bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırmada anket tekniği kullanılmış, kolayda örnekleme yöntemiyle veriler elde edilmiştir. SPSS paket programıyla yapılan analizlerde ölçeklerin geçerli ve güvenilir olduğu belirlenmiş, yeşil psikolojik iklimin yeşil bilgi paylaşımını pozitif olarak etkilediği görülmüştür. Elde edilen sonuçlar örgüt ikliminin çalışan davranışları üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Çalışanların örgütlerini çevreci olarak algılamalarının çevresel konularda bilgi ve tecrübe paylaşımını artırdığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yeşil psikolojik iklim, yeşil bilgi paylaşımı, turizm sektörü

THE EFFECT OF GREEN PSYCHOLOGICAL CLIMATE ON GREEN KNOWLEDGE SHARING: A STUDY ON TOURISM SECTOR EMPLOYEES IN KARAMAN

ABSTRACT

Organizational climate has long been discussed in the literature in various contexts as one of the factors shaping employees' behaviors. In line with social developments, it has been addressed under different headings such as innovative/creative organizational climate, ethical

climate, and supportive organizational climate. In recent years, however, increasing environmental problems have brought the concept of green psychological climate to the fore. In its simplest form, green psychological climate refers to employees' perceptions of how environmentally friendly they consider their organizations to be, and it also influences their behaviors. This study seeks to determine the effect of green psychological climate on green knowledge sharing. Green knowledge sharing refers to employees' exchange of environmentally friendly ideas and experiences, which is important for the organization's environmental performance. It is assumed that employees' perception of their organizations as environmentally friendly encourages them to share their ideas and experiences. In this context, a study was conducted with 94 employees working in the tourism sector in Karaman. The survey technique was employed, and data were obtained through convenience sampling. Analyses performed with the SPSS package program confirmed the validity and reliability of the scales, and it was found that green psychological climate positively affects green knowledge sharing. The results revealed that organizational climate has a significant influence on employee behavior. Specifically, employees' perceptions of their organizations as environmentally friendly were found to enhance the sharing of knowledge and experience on environmental issues.

Keywords: Green psychological climate, green knowledge sharing, tourism sector

GİRİŞ

Örgüt iklimi kavramı Argyris (1958) tarafından “örgütteki psikolojik yapı” biçiminde ifade edildiğinden beri örgütsel davranış alanında pek çok çalışmaya konu olmuştur. Alan yazında iş ortamının çalışanlarca algılanma biçimi; örgütün psikolojik çevresi, çalışanların iş ortamına dair algılarının duygusal ve bilişsel sonuçları şeklinde tanımlanmaktadır (İşcan ve Karabey, 2007). Örgüt iklimi, örgütün kendine özgü kişilik yapısını, örgütte kabul gören ve görmeyen davranışları da içeren ve değişmesi güç kabul edilen ve örgütü diğer örgütlerden ayıran yapıyı ifade etmektedir (Halpin ve Croft, 1963; Griffin, 2001). Yeşil psikolojik iklim kavramı da örgüt ikliminden hareketle, çalışanların örgütlerinin çevreye yönelik politika, prosedür ve uygulamaları hakkındaki algı ve yorumlamaları olarak tanımlanmaktadır (Norton vd., 2017). Yeşil psikolojik iklim algısı, örgütlerin karar alma süreçlerinde çevresel hassasiyetlerin ne derece önemsendiğinin ve operasyon süreçlerinde çevreye yönelik düzenlemelere ne kadar yer verildiğinin çalışanlarca değerlendirilmesi ile ortaya çıkmaktadır (Banerjee, 2002; Chou, 2014). Örgütün çevre dostu politikalarına, süreçlerine ve uygulamalarına ilişkin çalışanların bütüncül

algısını ifade eden yeşil psikolojik iklim, çalışanların örgütün yeşil standartları sağlama ve çevreci hedeflere ulaşma potansiyeline ilişkin sahip oldukları ortak algıdır (Dumont vd., 2017; Naz vd., 2023; Saeed vd., 2019). Yeşil psikolojik iklimin rol-içi ve rol ötesi yeşil çalışan davranışları, yeşil iş tatmini, yeşil çalışan sesliliği, takımların ve örgütün yeşil performansı, örgütsel kimlik, yeşil yaratıcılık, yeşil ürün tasarımı ve yeşil işe bağlanma üzerinde dolaylı ve doğrudan etkileri olduğunu gösteren çalışmalar literatürde yer almaktadır (Aboramadan vd., 2024; Song vd., 2020; Zafar vd., 2023; Zientera ve Zamojska, 2018; Amrutha ve Geetha, 2021; Zhou ve Zhang, 2025). Bu çalışmada da alan yazında yer alan bu çalışmalardan hareketle yeşil psikolojik iklimin yeşil bilgi paylaşımı davranışına olan etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

Yeşil bilgi paylaşımı literatürde “environmental knowledge sharing” ya da “green knowledge sharing” biçiminde yer alan ve “iş arkadaşları veya örgütün diğer üyeleri ile çevresel bilginin ve uzmanlığın paylaşılması” biçiminde tanımlanan bir kavramdır (Aboramadan vd., 2022). Başka bir ifadeyle, yeşil bilgi paylaşımı, “bir kuruluşun sürdürülebilir hedeflerini geliştirmek için çalışanlar arasında yeşille ilgili bilgilerin yayılması sürecidir” (Rubel vd., 2020). Yapılan araştırmalar yeşil liderliğin, bireysel yeşil değerlerin, çevre bağlılığının ve yeşil insan kaynakları yönetiminin yeşil bilgi paylaşımı davranışını etkilediğini; yeşil bilgi paylaşımının ise yeşil yaratıcılık, sürdürülebilir performans, çevreci davranış ve yeşil örgütsel vatandaşlık üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur (Rubel vd., 2020; Shaikh vd., 2023; Khan vd., 2022; Ahmed vd., 2023; Chen vd., 2025; Lin ve Chen, 2017; Örucü ve Hasırcı, 2024). İncelemelerimiz bağlamında literatürde yeşil psikolojik iklimin yeşil bilgi paylaşımına etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak bazı örgütlerin rekabet ortamının ya da kültürünün bilgi paylaşımı davranışını olumsuz etkilediği belirtilmiş; gelecek araştırmalarda araştırma modellerine yeşil psikolojik iklimin dahil edilmesi önerilmiştir (Chen vd., 2025; Rubel vd., 2020). Bu noktadan hareketle, yeşil psikolojik iklimin yeşil bilgi paylaşımına etkisinin araştırılması gerektiği düşünülmüş, kavramsal çerçeve dikkate alınarak yeşil psikolojik iklimin yeşil bilgi paylaşımını artıracığı öngörülmüştür. Zira çalışanın örgütün çevreci olarak algılamasının yani örgütün hedef, politika, İKY uygulamaları, eğitim/ödü sistemi gibi örgüte dair uygulamalarda çevresel hassasiyetlerin ön planda tutulduğunu hissetmesinin çalışanların da çevreye dair bilgi ve deneyimlerini iş arkadaşları, yöneticileri ve örgütleri ile paylaşma eğilimine sahip olmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Bu örüntüden hareketle aşağıdaki hipotez önerilmektedir:

H₁: Yeşil psikolojik iklim, yeşil bilgi paylaşımını pozitif yönde etkiler.

YÖNTEM

Amaç, Örneklem ve Ölçekler

Bu araştırmada yeşil psikolojik iklimin yeşil bilgi paylaşımına olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için Karaman ili otel çalışanları dikkate alınmış ve bu çalışanlardan veriler elde edilmiştir. Örneklem büyüklüğünün ölçekteki madde sayısının 10 katı olması görüşünden hareket edilmiş (Kline, 1994), araştırmada 5’li Likert tarzında toplam 8 soru bulunduğundan, kolayda örnekleme yöntemiyle, çalışanlara yöneticileri vasıtasıyla iletilerek elde edilen 94 kullanılabilir anket çalışmaya dahil edilmiştir. Anketlerde demografik değişkenler dışında yeşil psikolojik iklim ve yeşil bilgi paylaşımı ölçekleri kullanılmıştır.

Yeşil psikolojik iklim için Norton vd.(2014) tarafından geliştirilen Erbaş (2021) tarafından Türkçe uyarlaması yapılan 5 madde ve tek boyutlu ölçek; yeşil bilgi paylaşımı için ise Aboramadan vd. (2022) tarafından önerilen 4 madde ve tek boyutlu ölçek kullanılmıştır. Verilere ilişkin demografik bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Demografik bilgiler

Değişkenler		Frekans	%
Cinsiyet	Erkek	56	59,6
	Kadın	38	40,4
Medeni Durum	Evli	59	62,8
	Bekar	35	37,2
Yaş	25 ve altı	17	18,1
	26-35	13	13,8
	36-45	45	47,9
	46 ve üstü	19	20,2
Eğitim	Lise ve altı	19	20,2
	Önlisans	36	38,3
	Lisans	34	36,2
	Lisansüstü	5	5,3

Demografik veriler incelendiğinde; katılımcıların yaklaşık %60’ının erkek olduğu; yaklaşık %63’ünün evli olduğu; çoğunluğunun 36 yaş ve üzerinde bulunduğu görülmüştür. Eğitim durumları incelendiğinde; lise ve altı çalışanların katılımcıların yalnızca %20’sini oluşturduğu, %80 lik bir kısmın ise üniversite mezunu olduğu görülmektedir.

Geçerlilik ve Güvenilirlik

Araştırmadaki ölçekler için elde edilen veri sayısı da dikkate alınarak keşfedici faktör analizi yapılmıştır. Bunun için SPSS paket programı kullanılmış ve yeşil psikolojik iklim ve yeşil bilgi paylaşımı ölçekleri için elde edilen bulgular Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Faktör analizi bulguları

		Özdeğer	Açıklanan Varyans (%)	KMO	Bartlett Değeri (sig.)	Cronbach's Alpha
	Yeşil psikolojik iklim	4,472	89,440	,837	,000	,970
YPI4	,966					
YPI2	,965					
YPI3	,956					
YPI1	,933					
YPI5	,908					
	Yeşil bilgi paylaşımı	3,720	92,989	,878	,000	,975
YBP2	,973					
YBP3	,969					
YBP1	,958					
YBP4	,957					

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde; KMO değerlerinin yeşil psikolojik iklim için 0,837 ve yeşil bilgi paylaşımı için 0,878 olduğu görülmüştür. Her bir ölçek için Bartlett's Küresellik Derecelerinin ise anlamlı düzeyde olduğu (0,000) belirlenmiştir. Ölçeklerin her birinde öz değeri 1'den büyük tek faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Faktör sayısı değerlendirilirken öz değeri 1'den büyük faktörlerin açıkladıkları varyans miktarı dikkate alınmaktadır. Açıklanan varyanslar değerlendirildiğinde; yeşil psikolojik iklimde toplam varyansın %89,44'ü ve yeşil bilgi paylaşımında toplam varyansın %92,99' u açıklanmaktadır. Tek boyutlu ölçeklerde %30, çok boyutlu ölçeklerde %50 açıklanan varyans referans değeri olarak kabul edildiğinden (Gürbüz ve Şahin, 2018), ölçeklerin referans değerinin üzerinde değer aldıkları görülmektedir. Çalışmada yeşil psikolojik iklim ve yeşil bilgi paylaşımı ölçeklerinin güvenilirlikleri için içsel tutarlılık bağlamındaki Cronbach alfa değerleri dikkate alınmıştır. Analiz bulgularında (Tablo 2) bu değerlerin 0,970 ve 0,975 olduğu görülmüş, 0,70 değerinden yüksek olmaları nedeniyle de ölçek güvenilirliklerinin bulunduğu tespiti yapılmıştır.

Korelasyon ve Regresyon

Araştırmada değişkenler arasındaki ilişkiler için korelasyon analizi yapılmış, bunun öncesinde normallik varsayımı kontrolü yapılmıştır. Bulgular yeşil psikolojik iklim (çarpıklık = -0,947 ve basıklık = -0,058) ve yeşil bilgi paylaşımı (çarpıklık = -0,742 ve basıklık = 0,098) ölçeklerinde normalliğin bulunduğunu göstermiş, bu nedenle Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Analize demografik değişkenler de dahil edilmiş ve bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Pearson Korelasyon Analizi

Değişkenler		1	2	3	4	5
1.Cinsiyet	r	1				
2.Medeni durum	r	,038	1			
3.Yaş	r	-,081	-,503**	1		
4.Eğitim durumu	r	-,054	-,270**	,557**	1	
5.Yeşil psikolojik iklim	r	,080	-,021	,232*	,362**	1
6.Yeşil bilgi paylaşımı	r	,012	-,131	,356**	,571**	,581**

Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre; yeşil psikolojik iklimle yaş arasında düşük düzeyde anlamlı; yeşil psikolojik iklimle eğitim durumu arasında ise orta düzeyde anlamlı ilişki olduğu görülmektedir. Benzer biçimde yeşil bilgi paylaşımı ile yaş ve eğitim değişkenleri arasında da orta düzeyde anlamlı ilişki olduğu gözlenmektedir. Yine analiz sonuçlarına göre; yeşil psikolojik iklim ve yeşil bilgi paylaşımı arasında da ($p = 0,581$) orta düzeyde anlamlı bir ilişkinin varlığından söz edilebilir. Korelasyonla elde edilen bu anlamlı ilişkiler sonrasında yeşil psikolojik iklimin yeşil bilgi paylaşımı üzerindeki etkisini ve düzeyini belirlemek için doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Bunun için demografik değişkenler de analize dahil edilmiş ve bulgular Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Regresyon Analizi

Değişkenler	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	Sig.
	B	S.H	Beta		
Cinsiyet	,003	,129	,002	,025	,980
Medeni durum	,007	,151	,004	,045	,965
Yaş	,032	,086	,038	,371	,712
Eğitim durumu	,388	,094	,396	4,123	,000
Yeşil psikolojik iklim	,349	,067	,429	5,174	,000
Bağımlı değişken: Yeşil bilgi paylaşımı					
$R^2 = ,488$; Düzeltilmiş $R^2 = ,459$; $F = 16,807^{**}$					

Regresyon analizi sonuçlarının yer aldığı Tablo 4’deki bulgulara bakıldığında; yeşil psikolojik iklimin yeşil bilgi paylaşımını anlamlı düzeyde etkilediği görülmektedir. Yeşil

psikolojik iklim yeşil bilgi paylaşımını pozitif yönde (0,429) ve anlamlı düzeyde ($p=0,000$) etkilemekte, dolayısıyla **H1** desteklenmektedir. Çalışanın örgütünü çevreci olarak algılamasının onun fikirlerini, bilgisini ve tecrübelerini paylaşma konusunda daha istekli ve açık olmasını sağladığı değerlendirilmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çevresel sorunların geldiği nokta, toplumun tüm kesimleri gibi işletmeleri de çözüm odaklı düşünmeye, faaliyetlerini sürdürürken çevreyi koruyacak ve çevreye en az zararı verecek uygulamaları tercih etmeye itmektedir. Dolayısıyla işletmeler örgütsel hedef ve politikalarını çevreci bir gözle yeniden ele almakta, çevreci hedeflere daha fazla önem atfetmektedir. Bu hedeflere ulaşmak için de çalışanlarını ikna etmeye ve sürece dahil etmeye çabalamaktadır. Bu noktada çalışanların katılımı büyük önem taşımaktadır. Yeni fikir ve önerilerin paylaşılması yani çevreye yönelik seslilik davranışlarının artmasının yanında deneyim ve bilgilerin çalışanlar arasında paylaşımı da büyük anlam ifade etmektedir. Bu bilgi paylaşımının sağlanabilmesinde çalışanların örgütlerine ilişkin algılarının yani yeşil psikolojik iklimin etkili olacağı düşünülmüş; yeşil psikolojik iklimin yeşil bilgi paylaşımına etkisini belirlemek amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Araştırmada turizm çalışanı örnekleminde toplanan verilerle geliştirilen hipotez test edilmiştir. Elde edilen bulgular, yeşil psikolojik iklimin yeşil bilgi paylaşımını anlamlı düzeyde etkilediğini göstermiştir. Araştırmada elde edilen sonuçların çevresel performansını artırmak isteyen işletmeler için önemli olduğu düşünülmektedir. İşletmeler çalışanların çevresel performansını artırmak istiyorsa öncelikle çalışanların örgütlerinin çevresel sorunlara duyarlı olduğunu düşünmesini sağlamalı, yani yeşil psikolojik iklim algısını desteklemelidir. Bunun için işletmelere iş süreçlerini çevreci bir gözle yeniden dizayn etmeleri, işe alımdan performans değerlendirmeye kadar tüm İKY süreçlerini çevreci biçimde tasarlamaları, örgütsel hedef ve politikalarında çevresel hassasiyetlere yer vermeleri, açık bir iletişim ile çalışanların yeşil psikolojik iklim algısını güçlendirmeleri önerilmektedir. Yeşil psikolojik iklim algısının artmasının çalışanlarda yeşil bilgi paylaşımı davranışlarını artıracığı, bunun da örgütte bir sinerji yaratacağı ve çevresel hedeflere ulaşılmasını sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Araştırmada elde edilen bulguların alanyazına özellikle yeşil örgütsel davranış bağlamında katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte araştırmanın kesitsel veriler üzerinden gerçekleştirilmiş olması, tek şehir ve tek sektör bağlamında veri elde edilmiş olması araştırmanın kısıtlılıklarını oluşturmaktadır. Sonuçların genellenebilmesi için farklı

örneklemelerden elde edilecek verilerle modelin test edilmesi, eklenecek aracı değişkenlerle araştırmanın derinleştirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Aboramadan, M., Kundi, Y. M., & Becker, A. (2022). Green human resource management in nonprofit organizations: effects on employee green behavior and the role of perceived green organizational support. *Personnel Review*, 51(7), 1788-1806.
- Aboramadan, M., Barbar, J., Alhabib, W., & Alhalbusi, H. (2024). Green servant leadership and green voice behavior in Qatari higher education: does climate for green initiative matter?. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 25(3), 539-555.
- Ahmed, I., Islam, T., & Umar, A. (2023). Bridging organisational and individual green actions through green knowledge sharing & individual values. *Knowledge Management Research & Practice*, 21(6), 1071-1083.
- Amrutha, V. N., & Geetha, S. N. (2021). Linking organizational green training and voluntary workplace green behavior: Mediating role of green supporting climate and employees' green satisfaction. *Journal of Cleaner Production*, 290, 125876.
- Banerjee, S. B. (2002). Corporate environmentalism: The construct and its measurement. *Journal of business research*, 55(3), 177-191.
- Chen, X., Chen, Y., Zhang, X., & He, Q. (2025). Green transformational leadership and green innovation in megaprojects: is green knowledge sharing a missing link?. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 32(1), 194-213.
- Chou, C. J. (2014). Hotels' environmental policies and employee personal environmental beliefs: Interactions and outcomes. *Tourism management*, 40, 436-446.
- Dumont, J., Shen, J., & Deng, X. (2017). Effects of green HRM practices on employee workplace green behavior: The role of psychological green climate and employee green values. *Human resource management*, 56(4), 613-627.
- Erbaş, A. (2021). Yeşil psikolojik iklim ölçeği: Türkçe'ye uyarlama çalışması. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 39(4), 619-632.
- Griffin, M. L. (2001). Job satisfaction among detention officers: Assessing the relative contribution of organizational climate variables. *Journal of Criminal Justice*, 29(3), 219-232.
- Gürbüz, S., & Şahin, F. (2018). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Seckin Yayıncılık.
- Halpin, A., W. and Croft D., B. (1963). *Organizational climate of schools*. University of Chicago, Midwest Administration Center.
- İşcan, Ö. F. & Karabey, C. N. (2007). Örgüt iklimi ile yeniliğe destek algısı arasındaki ilişki. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 180-193.
- Khan, K., Shams, M. S., Khan, Q., Akbar, S., & Niazi, M. M. (2022). Relationship among green human resource management, green knowledge sharing, green commitment, and green behavior: A moderated mediation model. *Frontiers in psychology*, 13, 924492.
- Lin, Y. H., & Chen, Y. S. (2017). Determinants of green competitive advantage: the roles of green knowledge sharing, green dynamic capabilities, and green service innovation. *Quality & Quantity*, 51(4), 1663-1685.
- Naz, S., Jamshed, S., Nisar, Q. A., & Nasir, N. (2023). Green HRM, psychological green climate and pro-environmental behaviors: An efficacious drive towards environmental performance in China. *Current Psychology*, 42(2), 1346-1361.
- Norton, T. A., Zacher, H. & Ashkanasy, N. M. (2014). Organisational sustainability policies and employee green behaviour: the mediating role of work climate perceptions. *Journal of Environmental Psychology*, 38, 49-54.
- Norton, T. A., Zacher, H., Parker, S. L., & Ashkanasy, N. M. (2017). Bridging the gap between green behavioral intentions and employee green behavior: The role of green psychological climate. *Journal of Organizational Behavior*, 38(7), 996-1015.

- Örücü, E. ve Hasırcı, I. (2024). Bankacılık sektöründe çevre bağlılığı ve yeşil bilgi paylaşımının çevre performansı üzerindeki etkileri: Bir araştırma. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(4), 1379-1394. doi:10.33206/mjss.1412369
- Kline, P. (1994). *An Easy Guide To Factor Analysis*. Routledge.
- Rubel, M. R. B., Kee, D. M. H., & Rimi, N. N. (2021). The influence of green HRM practices on green service behaviors: the mediating effect of green knowledge sharing. *Employee Relations: The International Journal*, 43(5), 996-1015.
- Saeed, B. B., Afsar, B., Hafeez, S., Khan, I., Tahir, M., & Afridi, M. A. (2019). Promoting employee's proenvironmental behavior through green human resource management practices. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 26(2), 424-438.
- Shaikh, F., Afshan, G., & Channa, K. A. (2024). Organizational commitment to sustainability: considering the role of leadership, green HRM and green knowledge sharing. *Journal of Organizational Change Management*, 37(2), 356-373.
- Song, W., Wang, G. Z., & Ma, X. (2020). Environmental innovation practices and green product innovation performance: A perspective from organizational climate. *Sustainable Development*, 28(1), 224-234.
- Zafar, H., Ho, J. A., Cheah, J. H., & Mohamed, R. (2023). Promoting pro-environmental behavior through organizational identity and green organizational climate. *Asia Pacific Journal of Human Resources*, 61(2), 483-506.
- Zhou, B., & Zhang, S. (2025). How does green psychological climate improve voluntary workplace green behavior? A moderated mediation model centered on green satisfaction. *Journal of Environmental Management*, 373, 123925.
- Zientara, P., Zamojska, A. (2018). Green organizational climates and employee pro-environmental behaviour in the hotel industry. *J. Sustain. Tourism*, 26 (7), 1142–1159.

İLİTAM İLAHİYAT PROGRAMLARININ BİLİŞSEL, DUYUŞSAL VE DEVİNİŞSEL HEDEFLER AÇISINDAN TARTIŞILMASI

Muhyettin ÖZEN

(Dr. Öğr. Üyesi, Din Eğitimi Bölümü, VanYüzüncü Yıl Üniversitesi İlahiyat Fakültesi)

ORCID ID: 0000-0002- 7277-4561

ÖZET

Din eğitimi, genel olarak bireyin inanç, ibadet ve ahlaki nitelikteki davranışlarında, dinin öngörülleri doğrultusunda değişiklik meydana getirme süreci olarak tanımlanabilir. Din eğitimi faaliyetini, örgün eğitim sisteminin farklı kategorilerinde yer alan okullar ve yaygın eğitim sistemi içerisinde Diyanete bağlı camiler yerine getirilmektedir. Bununla birlikte din eğitimi faaliyetlerinin esin kaynağı, İlahiyat Fakülteleridir. Çünkü onların varlık sebebi, dini davranışın mahiyetini ortaya koymaktır. Bu nedenle ister örgün isterse yaygın şeklinde olsun, formal din öğretimi faaliyetini yerine getiren bireylerin hepsi, ilahiyat eğitiminden geçmekte ve buradaki eğitim faaliyetlerinden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenmektedir. İlahiyat Fakültelerindeki eğitim ise günümüzde örgün veya uzaktan eğitim şeklinde farklı tarzlarda verilmektedir. İşte bu çalışma, uzaktan İlahiyat eğitimi modelini esas alan İlitamı, programlarındaki kazanımlar üzerinden incelemeyi konu edinmektedir.

Yöntem olarak nitel araştırma desenlerinden durum çalışması tekniği benimsenmiştir. Durumu saptamaya yönelik olarak ilk başlıkta, eğitim programlarının bir ögesi olarak hedefler; bilişsel, duyuşsal ve devinişsel boyutları teorik olarak tartışılmakta ve din eğitiminde nasıl uyarlanacağı detaylandırılmaktadır. Araştırmanın derinleştirildiği ikinci başlıkta, bir İlitam örneğindeki (Siirt Üniversitesi İlahiyat Fakültesi) programın ders çıktıları, hedef kategorileri açısından analiz edilmekte ve İlahiyatın genel amaçları açısından tartışılmaktadır. Bu doğrultuda elde edilen tespitler, farklı araştırma bulguları ile birlikte değerlendirilmektedir. Durum çalışmasının nihayete erdirildiği sonuç kısmında, hedef kategorileri açısından İlitam programının eksiklikleri ve buna yönelik çözüm önerileri dile getirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Din Eğitimi, İlahiyat, İlitam, Eğitim Programı, Hedef.

DISCUSSION OF İLİTAM THEOLOGY PROGRAMS IN TERMS OF COGNITIVE, AFFECTIVE AND PSYCHOMOTOR OBJECTIVES

ABSTRACT

Religious education can generally be defined as the process of inducing changes in an individual's beliefs, worship, and moral behaviors in line with religious precepts. Religious



education activities are carried out in schools within various categories of the formal education system and in mosques affiliated with the Directorate of Religious Affairs within the informal education system. Furthermore, the source of inspiration for religious education activities is the Faculties of Theology, because their *raison d'être* is to reveal the nature of religious behavior. Therefore, all individuals who engage in formal religious education, whether formal or informal, undergo theological education and are directly or indirectly influenced by the educational activities there. Education at Faculties of Theology is currently provided in various formats, either formal or distance learning. This study examines the İlitam model, which is based on distance theological education, through the objectives of its programs.

The case study technique, a qualitative research design, was adopted as the method. The first section, aimed at identifying the situation, theoretically discusses the cognitive, affective, and psychomotor dimensions of objectives as elements of educational programs, and details how they can be implemented in religious education. The second section, which delves deeper into the research, analyzes the course outcomes of an İlitam program (Siirt University Faculty of Theology) in terms of objective categories and discusses them in terms of the general aims of theology. The findings obtained in this regard are evaluated alongside other research findings. The conclusion section, which concludes the case study, addresses the shortcomings of the İlitam program in terms of objective categories and proposes solutions.

Keywords: Religious Education, Theology, İlitam, Curriculum, Objectives.

CERH VE TA'DÎL'DE OTORİTE BİR MUHADDİS: EBÛ MÜŞİR (Ö. 218/833) - İLMÎ ŞAHSİYETİ VE CERH-TA'DÎL METODU

Dr. Öğr. Üyesi Macit DEMİRER

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Temel İslam Bilimleri Bölümü, Bolu

ORCID: 0000-0002-3192-0323

ÖZET

Erken dönem İslam ilim merkezlerinden biri olan Şam, Hz. Ömer döneminde fethedildikten sonra önemli bir bilim ve kültür merkezi hâline gelmiştir. Hilâfet merkezi olduktan sonra da ilmî faaliyetler giderek artmıştır. Bu çalışma, Şam bölgesinde yetişen önemli muhaddislerden Ebû Müşir'in (Abdûlâlâ b. Müşir el-Gassânî ed-Dımaşkî) ilmî kişiliğini ve cerh-ta'dîl metodunu incelemektedir. Hicrî 140/757 yılında Dımaşk'ta doğan Ebû Müşir, hadis, kıraat, fıkıh ve megâzî gibi alanlarda derin bilgi sahibi bir âlimdir. O, Saîd b. Abdülazîz, Mâlik b. Enes, İsmâîl b. Ayyâş, Bakıyye b. Velîd ve Süfyân b. Uyeyne'den hadis almış; kendinden ise Yahyâ b. Ma'în, Ahmed b. Hanbel, Duhaym, Buhârî, Zührlî, Ebû Hâtim er-Râzî ve Ebû Zür'a ed-Dımaşkî hadis rivayet etmiştir. Ebû Müşir'in rivayetleri *Kütüb-i Tis'a* içerisinde yer almaktadır. Yapılan tespitlere göre, onun Buhârî'de bir, Müslim'de üç, Ebû Dâvûd'da altı, Tirmizî'de üç ve Nesâî'de dört rivayeti bulunmaktadır. Buna karşılık, İbn Mâce, Dârimî ve Ahmed b. Hanbel'de herhangi bir rivayeti yoktur. *Kütüb-i Tis'a* dışında kalan hadis kaynaklarında ise ona nispet edilen çok sayıda rivayet mevcuttur. Kaynaklarda sika olarak nitelendirilen Ebû Müşir'in güvenilirliği konusunda münekkitlerin ittifakı bulunmaktadır. Yahyâ b. Ma'în, Ahmed b. Hanbel, İclî, Ebû Dâvûd, İbn Vaddâh gibi birçok âlim onun güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. Ebû Müşir, cerh ve ta'dîl alanında da otorite bir muhaddistir. Râvilerin genel durumları ile onların doğum ve ölüm tarihleri hakkında bilgiler vermiştir. Râvi değerlendirmelerinde genellikle münkerü'l-hadis, muhtelit, sika, zaîfü'l-hadis, leyse bi şey, kezzâb gibi terimler kullanmıştır. Ona ait müstakil bir eser günümüze ulaşmamıştır. Ancak râviler hakkındaki değerlendirmeleri, Yahyâ b. Ma'în, Duhaym, Ebû Hâtim er-Râzî ve Ebû Zür'a ed-Dımaşkî gibi talebeleri aracılığıyla sonraki nesillere aktarılmıştır. Mihne döneminde Me'mûn tarafından sorgulanıp hapsedilmiş ve hicri 218/833 yılında Bağdat'ta hapiste vefat etmiştir. Sonuç olarak, Ebû Müşir hem hadis rivayetinde hem de râvilerin değerlendirilmesinde otorite kabul edilen, Şam ilim geleneğinin önemli temsilcilerinden biridir.

Anahtar Kelimeler: Hadis, Cerh ve Ta'dîl, Ebû Müşir, Râvi

**A MUHADDITH WITH AUTHORITY IN JARH AND TA'DĪL: ABŪ MUSHIR
(D. 218/833) – HIS SCHOLARLY CHARACTER AND METHODOLOGY IN JARH
AND TA'DĪL**

ABSTRACT

One of the prominent centers of Islamic scholarship in the early period was Damascus, which became an important hub of science and culture after its conquest during the caliphate of 'Umar ibn al-Khaṭṭāb. After it became the center of the Caliphate, scholarly activities gradually increased. This study examines the scholarly personality and the methodology of *jarh* (criticism) and *ta'dīl* (accreditation) of one of the notable hadith scholars raised in the region of Damascus: Abū Mushir ('Abd al-A'lā b. Mushir al-Ghassānī al-Dimashqī). Born in Damascus in 140 AH / 757 CE, Abū Mushir was a knowledgeable scholar in various fields such as hadith, Qur'anic recitation (*qirā'āt*), Islamic jurisprudence (*fiqh*), and *maghāzī* (Prophetic military expeditions). He studied hadith from scholars like Sa'īd b. 'Abd al-'Azīz, Mālik b. Anas, Ismā'īl b. 'Ayyāsh, Baqīyya b. al-Walīd, and Sufyān b. 'Uyaynah. Prominent hadith transmitters such as Yaḥyā b. Ma'īn, Aḥmad b. Ḥanbal, Duḥaym, al-Bukhārī, al-Zuhlī, Abū Ḥātim al-Rāzī, and Abū Zur'a al-Dimashqī narrated hadith from him. Reports from Abū Mushir are found in the *Kutub al-Tis'ah* (The Nine Canonical Hadith Books). According to current findings, there is one narration in al-Bukhārī, three in Muslim, six in Abū Dāwūd, three in al-Tirmidhī, and four in al-Nasā'ī. On the other hand, no narration from him is found in Ibn Mājah, al-Dārimī, or the *Musnad* of Aḥmad b. Ḥanbal. However, a considerable number of his narrations appear in hadith collections outside the *Kutub al-Tis'ah*. Sources describe Abū Mushir as *thiqa* (trustworthy), and there is a consensus among critics regarding his reliability. Scholars such as Yaḥyā b. Ma'īn, Aḥmad b. Ḥanbal, al-'Ijlī, Abū Dāwūd, and Ibn Waddāh have affirmed his credibility. Abū Mushir was also an authoritative figure in the science of *jarh* and *ta'dīl*. He provided biographical and evaluative information about narrators, including their birth and death dates. In assessing narrators, he commonly used terms such as *munkar al-ḥadīth*, *mukhtaliṭ*, *thiqa*, *ḍa'īf al-ḥadīth*, *laysa bi-shay'*, and *kadhdhāb*. Although no independent work authored by him has survived to the present day, his evaluations of narrators were transmitted to later generations through his students, such as Yaḥyā b. Ma'īn, Duḥaym, Abū Ḥātim al-Rāzī, and Abū Zur'a al-Dimashqī. During the *Miḥnah* (inquisition) under the caliph al-Ma'mūn, he was interrogated, imprisoned in Baghdad, and died in prison in 218 AH / 833 CE. In conclusion, Abū Mushir was a distinguished figure both in hadith transmission and in the evaluation of narrators, and he played a key role in shaping the scholarly tradition of Damascus.

Keywords: Hadith, Jarh and Ta'dil, Abū Mushir, Narrator

1. GİRİŞ

Erken dönemlerde İslam dünyasında öne çıkan ilim merkezleri arasında Hicaz, Irak, Horasan ve Mısır bölgelerinin yanı sıra Şam (bugünkü Suriye) bölgesi de önemli bir konuma sahipti. Dimaşk (Şam), Hz. Ömer (ö. 23/644) döneminde fethedilmesinin ardından kısa sürede ilmî faaliyetlerin yoğunlaştığı bir merkez hâline gelmiş, Muâviye b. Ebû Süfyân (ö. 60/680) döneminde hilâfet merkezi olmasıyla birlikte bu önem daha da artmıştır. Pek çok sahabînin bölgeye yerleşmesi, burada ilmî geleneğin güçlenmesine ve hadis başta olmak üzere çeşitli ilim dallarının gelişmesine zemin hazırlamıştır. Bu ilmî miras, bölgede yetişen önemli âlimler vasıtasıyla sonraki nesillere aktarılmıştır. Böylece oluşan ilmî gelenek, süreklilik kazanarak sonraki dönem ilim çevrelerinde etkisini sürdürmüştür.

Şam bölgesinde yetişen ve bu ilmi geleneğin sonraki nesillere aktarılmasında rol oynayan önemli âlimlerden biri de Ebû Müshir olarak bilinen Abdü'l-A'lâ b. Müshir'dir. Râvilerin cerh ve ta'dili alanında otorite kabul edilen Ebû Müshir, aynı zamanda hadis rivayeti sahasında da dikkat çekici bir konuma sahiptir. Bu çalışmada, Ebû Müshir'in ilmi şahsiyeti ile onun cerh ve ta'dil metodunun esasları ortaya konulmaya çalışılacaktır.

2. İLMÎ ŞAHSİYETİ

2.1. Hayatı

İbn Sa'd'ın yedinci tabakadan saydığı Ebû Müshir'in tam adı Abdüla'lâ b. Müshir b. Abdila'lâ şeklindedir. Künyesi Ebû Dürâme'dir. Kahtânîler'in Kehlân koluna mensup Gassânîlere mensubiyeti sebebiyle el-Gassânî, Dimaşk'ta doğduğu için de ed-Dimaşkî nisbeleriyle anılmıştır. Künyesi ise Ebû Müshir'dir. Kaynaklarda o, bu künyesiyle meşhur olmuştur.

Ebû Müshir'in doğum tarihinin hicri 140/757 olduğu konusunda herhangi bir ihtilaf bulunmamaktadır. Aynı şekilde ölüm tarihinde de herhangi bir tartışma yoktur. Onu ölüme götüren süreç mihne hadisesidir. Mihne sürecinde Abbâsî halifesi Me'mûn (ö. 218/833) tarafından Rakka'da sorguya çekilen Ebû Müshir, ilk önce Kur'an'ın mahluk olduğu fikrini kabul etmemiştir. Ancak kendisi için idam hazırlıkları yapılmaya başlanınca bu fikri kabul ettiğini beyan etmiştir. Bu durum onun idam edilmesine engel olsa da hapse atılmasına mâni olamamıştır. Çünkü Me'mûn onun bu beyandaki samimiyetine inanmamış ve onun emriyle Bağdat'a götürülüp hapse atılmıştır. Hapiste kısa bir süre geçiren Ebû Müshir, hicri 218/833 tarihinde hapiste iken vefat etmiş ve Bağdat'ta defnedilmiştir (İbn Sa'd, 1410, c. 7, s. 328).

2.2. Hocaları ve talebeleri

Ebû Müshir çok yönlü bir muhaddistir. O hadisçiliği yanında kıraat, fıkıh ve megâzî alanlarında da yetkin bir şahsiyettir. O, dönemin önde gelen alimlerinden ilim tahsil etme imkânı bulmuş ve bu çerçevede, Saîd b. Abdülazîz (ö. 167/783), Mâlik b. Enes (ö. 179/795), İsmâîl b. Ayyâş (ö. 181/797), Bakıyye b. Velîd (ö. 197/812) ve Süfyân b. Uyeyne (ö. 198/813) gibi hadis ilminde öne çıkan âlimlerden istifade etmiştir. Ebû Müshir'in burada adı geçen hocalarından Saîd b. Abdülazîz ve İsmâîl b. Ayyâş'tan yaptığı rivayetler *Kütüb-i Sitte*'de yer alırken, diğer hocalarına ait rivayetlere bu kaynaklarda rastlanmamaktadır. Bununla birlikte, burada zikredilen hocalarından başka daha birçok hocasının adı çeşitli kaynaklarda yer almaktadır. Bu hususa örnek teşkil edecek şekilde, *Kütüb-i Sitte*'de yer alan rivayetlerde ismi geçen bazı hocalarını zikretmek mümkündür. Bunlar arasında, Muhammed b. Harb, Yahyâ b. Hamza, İsmâîl b. Abdullah b. Semâ'a, Ahmed b. Amr el-Mısırî (İbnü's-Serh) ve Abbâd b. Abbâd el-Havvâs gibi âlimler yer almaktadır.

Kendisinden ise Yahyâ b. Maîn (ö. 233/848), Ahmed b. Hanbel (ö. 241/855), Abdurrahmân b. İbrâhîm (Duhaym) (ö. 245/859), Ahmed b. Sâlih el-Mısırî et-Taberî (ö. 248/862), Buhârî (ö. 256/870), Muhammed b. Yahyâ ez-Zühîlî (ö. 258/872), Ebû Hâtim er-Râzî (ö. 277/890) ve Ebû Zûr'a ed-Dımaşkî (ö. 281/894) gibi muhaddisler rivayette bulunmuşlardır. Yalnız bu isimlerden sadece Muhammed b. Yahyâ ez-Zühîlî'nin rivayeti *Kütüb-i Sitte* içerisinde yer almakta olup, diğer isimlere ait rivayetlere ise o eserler dışında kalan kaynaklarda rastlanmaktadır. Bununla birlikte burada adı geçenlerin dışında da Ebû Müshir'in pek çok talebesi bulunmaktadır. *Kütüb-i Sitte*'deki rivayetlerde isimleri zikredilen bazı talebeleri örnek olarak şu şekilde sıralanabilir: Muhammed b. Yûsuf, İshâk b. Mansûr, Ebû Bekr b. İshâk, Ebû Ca'fer es-Simnânî, Ahmed b. Nasr en-Neysâbûrî, Ahmed b. Abdülvâhid, Abdüsselâm b. Atîk, Mahmûd b. Hâlid, Mahmûd b. el-Velîd ed-Dımaşkî, Amr b. Mansûr, Hârûn b. Muhammed b. Bekkâr ve Muhammed b. Abdurrahmân b. Eş'as (Ebü'l-Kâsım Ali b. Hasan, 1415, c. 33, ss. 421-444; Mizzî, 1400, c. 16, ss. 369-379; E. A. Ş. b. A. ez-Zehebî, 1424, ss. 243-249; E.-F. A. b. A. İbn Hacer el-Askalânî, 1326, c. 6, ss. 98-101)

Ebû Müshir'in hem önemli hocalardan hadis dinlemiş olması hem de kendisinden kıymetli ilim erbabının rivayette bulunması, onun hadis alanındaki yetkinliğini açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

2.3. Güvenilirliği

Halîlî'nin (ö. 446/1055) sika, hafız, imam ve müttetekun aleyh olarak tavsif ettiği Ebû Müşir, birçok erken dönem münekkitleri tarafından sika kabul edilmiş birisidir. Onu doğrudan tevsik edenler arasında, Yahyâ b. Ma'in, Ahmed b. Hanbel, İclî (ö. 261/875), Ebû Hâtîm er-Râzî, Ebû Dâvûd es-Sicistânî (ö. 275/889), Ebû Abdullâh Muhammed b. Vaddâh (İbn Vaddâh) (ö. 287/900), İbn Hibbân (ö. 354/965) ve İbn Şâhin (ö. 385/996) gibi münekkitler bulunmaktadır (İclî, 1405, s. 285; İbn Hibbân, 1393, c. 8, s. 408; İbn Şâhin, 1404, s. 169; Halîlî, 1409, c. 1, s. 265; Mizzî, 1400, c. 16, ss. 373-376; E.-F. A. b. A. İbn Hacer el-Askalânî, 1326, c. 6, ss. 98-101).

Bununla birlikte, Ebû Müşir'in hayatına dair yalnızca kısa bilgiler aktarmakla yetinip, onun güvenilirliği konusunda herhangi bir değerlendirmede bulunmayan muhaddisler de bulunmaktadır. Bu isimlerden biri de İmam Buhârî'dir. Buhârî, *et-Târîhu'l-kebîr* adlı eserinde Ebû Müşir'in doğum ve vefat tarihleri ile hocası Saîd b. Abdülazîz'i zikretmekle yetinmiştir. (Buhârî, ts., c. 6, s. 73) Buhârî'nin onun hakkında herhangi bir tenkitte bulunmamış olması, Ebû Müşir'i güvenilir (sika) kabul ettiğine işaret etmektedir. Zira tenkide değer bir husus bulunsaydı, Buhârî'nin bunu hem söz konusu eserinde hem de zayıf râvilere yer verdiği *ed-Duafâu's-sagîr* adlı çalışmasında mutlaka dile getirmesi beklenirdi.

Ebû Müşir hakkında müteahhirîn dönemi hadis tenkitçileri, önceki dönem âlimlerinden farklı bir değerlendirmede bulunmamışlardır. Nitekim Zehebî ve İbn Hacer gibi otorite kabul edilen münekkitler, söz konusu râvi hakkında sika değerlendirmesinde bulunarak onun güvenilirliğini teyit etmişlerdir (E. A. Ş. M. b. A. ez-Zehebî, 1413, c. 1, s. 611; E.-F. A. b. A. İbn Hacer el-Askalânî, 1406, s. 332).

Dolayısıyla hem erken dönem hem de müteahhirîn dönemi hadis tenkitçileri nezdinde Ebû Müşir güvenilir bir râvi olarak kabul edilmiş ve böylece o, cerh ve ta'dîl literatüründe sika vasfıyla yer almıştır.

2.4. Rivayetleri

Senedinde Ebû Müşir'in yer aldığı rivayet sayısı oldukça fazladır. Yalnız onun rivayetleri *Kütüb-i Tis'a* içerisinde sınırlı sayıda yer almaktadır. Yapılan tespitlere göre, Buhârî'de yalnızca bir rivayeti bulunurken, Müslim ve Tirmizî'de üçer, Ebû Dâvûd'da altı ve Nesâî'de dört rivayeti yer almaktadır (Buhârî, 1431, "İlim", 18; Ebû Dâvûd es-Sicistânî, 2013, "Tahâret", 127; "Salât", 110, 143; "Sıyâm", 8; "Cihâd", 9; "İlim", 13; Müslim, 1430, "Büyü", 114; "Edâhî", 36; "Birr ve's-sıla", 55; Nesâî, 1435, "Salât", 5; "Mesâcid", 6; "Cum'a", 10; "Kasâme", 29;

Tirmizî, 1434, “Vitir”, 15; “Zühd”, 9; “Menâkıb”, 120). Ebû Dâvûd'un *Sünen*'inde yer alan hadislerden ikisi Saîd b. Abdülazîz'e isnat edilmekte olup maktû, geri kalan rivayetler ise merfû vasfı taşımaktadır. Buna karşılık, İbn Mâce, Dârimî ve Ahmed b. Hanbel'in *el-Müsned*'inde Ebû Müshir'in yer aldığı herhangi bir rivayete rastlanmamıştır. *Kütüb-i Tis'a* dışında kalan hadis kaynaklarında ise ona nispet edilen oldukça fazla sayıda rivayet mevcuttur.

3. CERH VE TA'DİL METODU

Ebû Müshir'in cerh ve ta'dil metoduna bakıldığında, onun değerlendirmede bulunduğu râvilerin büyük çoğunluğunun Şam bölgesine mensup şahsiyetlerden oluştuğu görülmektedir. Söz konusu değerlendirmelerinde, kendisinden önceki münekkitlerin görüşlerinden istifade eden müellif, râvilerin doğum ve vefat tarihleri gibi biyografik bilgilere yer vermiş ve her bir râvinin durumuna göre farklı cerh ve ta'dil lafızları kullanarak tenkitte bulunmuştur. Bunun yanı sıra râviler arasında karşılaştırmalar yaparak, güvenilirlik bakımından hangi râvinin diğerlerine göre daha üstün olduğunu ortaya koymaya çalışmıştır.

3.1. Seleften yararlanması

Ebû Müshir, râviler hakkındaki değerlendirmelerinde, kendisinden önce yaşamış olan hadis tenkitçileri tarafından yapılan yorumlardan istifade etmektedir. Değerlendirmelerinde yararlandığı önemli münekkitlerden bazıları şunlardır; Şu'be b. el-Haccâc (ö. 160/776), Saîd b. Abdülazîz ve Mâlik b. Enes. Bu durum, onun râvi tenkidine dair görüşlerini şekillendirirken önceki otoritelerin tesirinde kaldığını göstermektedir.

Bu tür değerlendirmelere örnek olarak, Şu'be'nin Ebû Bekir el-Hüzeli hakkındaki kanaatini, Ebû Müshir'in Müzâhim b. Züfer kanalıyla aktardığı haber zikredilebilir. (İbn Kesîr, 1432, c. 3, s. 102). Yine Süleymân b. Mûsâ, Evzâî ve Ebû Abdi Rabbi'z-Zâhid hakkındaki tenkitleri doğrudan Saîd b. Abdülazîz'den aktarmıştır (İbn Asâkir, 1415, c. 22, s. 379; c. 35, s.163; İbn Kesîr, 1432, c. 3, s. 287). İmam Mâlik'in İbn Sem'an hakkında yapmış olduğu kezzâb nitelmesini ise Ömer b. Vâhid aracılığıyla rivayet etmiştir (el-Cûzekânî, 1422, c. 2, ss. 272–273).

3.2. Râviler hakkında biyografik bilgiler vermesi

Ebû Müshir, râvilerin doğum ve vefat tarihleri, kimlerden hadis dinledikleri, bulundukları şehirler ve isimlerindeki ihtilaflar gibi konularda da çeşitli bilgiler aktarmıştır. Söz konusu bilgiler, sahâbîler dâhil birçok şahsiyeti kapsamaktadır. Ancak bunlar arasında özellikle biri hakkında verdiği ayrıntılı bilgiler dikkat çekmektedir. O da hocası Saîd b. Abdülazîz'dir.

Ebû Müshir'in hocası Saîd b. Abdülazîz hakkında aktardığı bilgiler oldukça dikkat çekicidir. Ona göre, Evzâî hicrî 88 yılında, Saîd ise hicrî 90 yılında doğmuştur. Saîd, Velîd b. Abdülmelik döneminde dünyaya gelmiştir. Mekhûl, Yezîd b. Ebû Mâlik, İsmâîl b. Ubeydullah ve Zührî'den rivayette bulunmuş, Atâ b. Ebû Rabâh'tan ise yalnızca bir hadis nakletmiştir. Kâsım b. Muhaymira'ya yetişmiş olmasına rağmen ondan hadis rivayet etmemiştir. Herhangi bir yazılı eseri bulunmayan Saîd, Evzâî'nin vefatından on yıl sonra, hicrî 167 yılında vefat etmiştir (Ebû'l-Kâsım Ali b. Hasan, 1415, c. 21, ss. 195-199; s. 210). Bir diğer rivayette Ebû Müshir, Saîd'in vefatından önce ihtilâta maruz kaldığını, bu dönemde kendisine hadis arz edildiğinde bunları tasdik etmediğini de belirtmiştir (İbn Maîn, 1399, c. 4, s. 479).

3.3. Kullandığı cerh ve ta'dîl lafızları

Ebû Müshir, râvileri tenkit ederken çeşitli cerh ve ta'dîl lafızları kullanmıştır. Onun kullandığı cerh ve ta'dîl lafızlarından bazıları şunlardır; sika, zaîfu'l-hadis, zayıf, kezzâb, leyse bi şey, münkerü'l-hadis, muhtelit, fakih gayru müttehem, zayıf kaderî.

Ebû Müshir'in hadis râvileri hakkındaki değerlendirmeleri, onun râvi tenkidindeki yaklaşımını ve zaman zaman genel kanaatten ayrıışan müstakil tavrını ortaya koymaktadır. Nitekim onun hakkında hüküm verdiği râvilerden bazıları şu şekildedir: Ebû Müshir, Abdülazîz b. Ömer b. Abdülazîz b. Mervân el-Kuraşî'yi zaîfu'l-hadîs olarak nitelendirmiştir (el-Ukaylî, 1404, c. 3, s. 18; Ebû'l-Kâsım Ali b. Hasan, 1415, c. 36, s. 371). Yine Heysem b. Humeyd el-Gassânî ed-Dımaşkî hakkında zayıf kaderî şeklinde olumsuz bir değerlendirmede bulunmuştur (İbn Kesîr, 1432, c. 2, s. 40). Benzer şekilde, Saîd b. Beşîr'in de zayıf olduğunu ifade etmiştir (E. A. Ş. M. b. A. ez-Zehebî, 1971, c. 1, s. 256).

Ebû Müshir'in râvilere dair değerlendirmelerinde zaman zaman genel kanaatten ayrıldığı da dikkati çekmektedir. Nitekim yukarıda adı geçen Abdülazîz b. Ömer b. Abdülazîz el-Medenî'yi zayıf olarak nitelendirmesine rağmen, râvi hakkındaki genel kanaat onun sika olduğu yönündedir. Bu hususta Ebû Müshir'in görüşünün tek kaldığını Zehebî de açık bir şekilde ifade etmektedir (ez-Zehebî, 1382, c. 2, s. 632).

Ebû Müshir zaman zaman râviler hakkında oldukça sert ve ağır tenkitlerde de bulunmaktadır. Bu bağlamda, Amr b. Vâkîd ed-Dımaşkî hakkındaki tavrı dikkat çekicidir. Ebû Müshir, söz konusu râvi hakkında leyse bi şey ifadesini kullanmış ve böylece onun rivayetlerinin kabul edilemeyecek ölçüde zayıf olduğunu ifade etmiştir (Buhârî, ts., c. 2, s. 56; İbn Ebî Hâtim, 1371, c. 6, s. 267). Çünkü bu cerh lafzı, hadis tenkidi literatüründe oldukça ağır bir tenkit ifadesi olarak kabul edilmektedir. Yine onun kullandığı ağır cerh lafızlarından birisi de kezzâb

ifadesidir. Nitekim o bu nitelemeyi, İbn Ebü's-Sefer ve el-Velîd b. Seleme et-Taberî el-Ürdünî için kullanmış ve bu kişilerin hadis rivayetinde güvenilir olduklarını ortaya koymuştur (İbn Kesîr, 1432, c. 2, s. 120; E.-F. Ş. A. b. A. İbn Hacer el-Askalânî, 1390, c. 8, s. 383).

Ebû Müshir'in râvi değerlendirmelerinde sadece cerh yönü ağır basmaz. Zaman zaman râvilerin güvenilir olduklarına dair değerlendirmelerde de bulunur. Nitekim onun sika olarak değerlendirdiği râvilerden bazıları şunlardır; Ebû Ubeydullah Müslim b. Mişkem ed-Dımaşkî, Ukbe b. Alkâme el-Beyrûtî (İbn Ebî Hâtim, 1371, c. 1, s. 290; c. 8, s. 195; c. 6, s. 314), İshâk b. İbrâhîm b. Yezîd ed-Dımaşkî (Sa'dî el-Hâşimî, 1402, c. 3, s. 844) ve Hâlid b. Dihkân ed-Dımaşkî (Ebü'l-Kâsım Ali b. Hasan, 1415, c. 16, s. 20).

Ebû Müshir aynı zamanda râviler arasında karşılaştırmalar da yapmaktadır. Nitekim onun Saîd b. Abdülazîz'i Evzâî'ye tercih ettiğine dair bilgiyi Ebû Hâtim er-Râzî nakletmiştir (İbn Ebî Hâtim, 1371, c. 4, s. 42). Yine Ebû Hâtim ondan, Saîd b. Abdülazîz, ilimde Evzâî'ye yakın bir konumdaydı, ifadesini de rivayet etmiştir (İbn Ebî Hâtim, 1371, c. 1, s. 287) Abdullah b. Sâlim el-Eş'arî'nin güvenilirliğini ifade sadedinde, Şamlılar arasında akıl ve mürüvvet bakımından Abdullah b. Sâlim'den daha kâmil birini görmedim, demek suretiyle onun faziletine vurgu yapmıştır (İbn Hibbân, 1393, c. 8, s. 332). Ayrıca Eyyûb b. Halbes'in, kardeşi Yûnus'tan daha yaşlı ve daha fakih olduğunu, Yûnus'tan kısa bir süre önce vefat ettiğini de belirtmiştir (Ebü'l-Kâsım Ali b. Hasan, 1415, c. 10, s. 135).

3.4. Cerh ve ta'dîl değerlendirmelerini nakleden talebeleri

Ebû Müshir'e nispet edilen müstakil bir eser günümüze ulaşmamıştır. Mevcut kaynaklarda onun telif ettiği herhangi bir esere dair doğrudan bir rivayet ya da atıf bulunmamaktadır. Onun râviler hakkındaki değerlendirmeleri, talebeleri aracılığıyla sonraki kaynaklara intikal etmiştir. Bu hususta, Yahyâ b. Maîn, Abdurrahmân b. İbrâhîm (Duhaym), Ebû Hâtim er-Râzî ve Ebû Zür'a ed-Dımaşkî, gibi cerh ve ta'dîl alanında temayüz etmiş talebeleri, Ebû Müshir'in görüşlerinin sonraki nesillere aktarılmasında önemli bir rol üstlenmişlerdir.

Bu çerçevede, Ebû Müshir'in hadis ve cerh-ta'dîl konularındaki değerlendirmelerine en erken dönem kaynaklarında yer verildiği görülmektedir. Onun bazı görüşleri Yahyâ b. Maîn'e ait eserlerde yer almakta, Duhaym aracılığıyla aktarılan rivayetleri ise çeşitli kaynaklarda bulunmaktadır. Ebû Hâtim er-Râzî'nin Ebû Müshir'den yaptığı nakiller, oğlu İbn Ebû Hâtim tarafından derlenen *el-Cerh ve't-Ta'dîl* adlı eserde kayıt altına alınmıştır. Bununla birlikte, ona ait en yoğun rivayet ve değerlendirmeler, Ebû Zür'a ed-Dımaşkî'nin *et-Târîh* adlı eserinde

bulunmaktadır. Ayrıca bahsi geçen kaynaklara ek olarak, onun görüşlerini diğer bazı hadis ve rical literatüründe de bulmak mümkündür.

3. SONUÇ

Ebû Müshir, hem hadis rivayeti hem de râvi tenkidi alanında erken dönem Şam muhaddisleri arasında öne çıkan önemli isimlerden birisidir. Onun güvenilir bir muhaddis olduğu hem dönemin önde gelen hadis otoriteleri hem de sonra gelenler tarafından kabul edilmiştir. O, cerh ve ta'dîl faaliyetlerinde sadece râvinin güvenilirliğini ifade etmekle yetinmemiş aynı zaman da onun biyografisine dair bilgiler de vermiştir. Onun değerlendirmelerinde yer yer genel kanaatlere aykırılık arz eden müstakil değerlendirmeler de bulunmaktadır. Râviler arasında karşılaştırmalar yapması ve özellikle hocası Saîd b. Abdülazîz hakkında aktardığı detaylı bilgiler, onun titiz yaklaşımını ortaya koymaktadır. Her ne kadar müstakil bir eseri günümüze ulaşmamışsa da talebeleri aracılığıyla sonraki kaynaklara aktarılan cerh ve ta'dîl görüşleri, Ebû Müshir'i hadis tenkit geleneğinde kayda değer bir konuma taşımıştır.

Sonuç olarak, sika olduğuna dair ittifak bulunan Ebû Müshir, gerek rivayetleri gerekse râviler hakkındaki değerlendirmeleriyle hadis ilmine önemli katkılar sunan ve Şam bölgesinde hadis ve diğer ilimlere dair bir geleneğin oluşmasına katkısı olan bir muhaddistir.

KAYNAKÇA

- Buhârî, E. A. M. b. İ. (1431). *El-Câmiu's-sahîh*. Müessesetü'r-Risâle Nâşirûn.
- Buhârî, E. A. M. b. İ. (ts.). *Et-Târîhu'l-kebîr*. Dâiretü'l-Meârifî'l-Osmâniyye.
- Ebû Dâvûd es-Sicistânî, S. b. el-Eş'as. (2013). *Es-Sünen*. Müessesetü'r-Risâle Nâşirûn.
- Ebû'l-Kâsım Ali b. Hasan, İ. A. (1415). *Târîhu medîneti Dimaşk*. Dârü'l-Fikr.
- Halîlî, E. Y. H. b. A. el-Kazvînî. (1409). *El-İrşâd fî ma'rifeti ulemâi'l-hadis*. Mektebetü'r-Rüşd.
- İbn Ebî Hâtîm, E. M. A. b. M. er-Râzî. (1371). *El-Cerh ve't-ta'dîl*. Dârü lhyâi't-Türâsi'l-Arabî.
- İbn Hacer el-Askalânî, E.-F. A. b. A. (1326). *Tehzîbü't-Tehzîb*. Matbatu Dâiretü'l-Meârifî'n-Nizâmiyye.
- İbn Hacer el-Askalânî, E.-F. A. b. A. (1406). *Takrîbü't-Tehzîb*. Dârü'r-Reşîd.
- İbn Hacer el-Askalânî, E.-F. Ş. A. b. A. (1390). *Lisânü'l-Mizân*. (2. bs). Müessesetü'l-Âlemî.
- İbn Hibbân, E. H. M. et-Temîmî. (1393). *Es-Sikât*. Dâiretü'l-Meârifî'l-Osmâniyye.
- İbn Kesîr, E.-F. İ. b. Ö. (1432). *Et-Tekmil fî'l-cerh ve't-ta'dîl ve ma'rifeti's-sikât ve'd-duafâ ve'l-mecâhil*. Merkezü'n-Nu'mân li'l-Buhûs ve'd-Dirâsâti'l-İslâmiyye ve Tahkiki't-Türas ve't-Terceme.
- İbn Maîn, E. Z. Y. (1399). *Et-Tarih*. Merkezu'l-Bahsi'l-İlmî ve lhyâi't-Türâsi'l-İslâmî.
- İbn Sa'd, E. A. M. b. S. el-Basrî. (1410). *Et-Tabakâtü'l-kübrâ*. Dârü'l-Kütübi'l-İlmiyye.
- İbn Şâhin, E. H. Ö. b. A. (1404). *Târîhu esmâi's-sikât*. Dârü's-Selefiyye.
- İclî, E.-H. A. b. A. (1405). *Târîhu's-sikât*. Dârü'l-Bâz.
- Mizzî, E.-H. C. Y. b. A. el-. (1400). *Tehzîbü'l-Kemâl fî esmâi'r-ricâl*. Müessesetü'r-Risâle.
- Müslim, E.-H. M. b. el-Haccâc. (1430). *El-Câmiu's-sahîh*. Müessesetü'r-Risâle Nâşirûn.
- Nesâî, A. b. Ş. en-. (1435). *Es-Sünen*. Müessesetü'r-Risâle Nâşirûn.
- Sa'di el-Hâşimî. (1402). *Ebû Zûr'a er-Râzî ve Cühûdühû fî's-sünneti'n-nebeviyye*. Imâdetü'l-Bahsi'l-İlmî.
- Tirmizî, E. İ. M. b. İ. (1434). *Es-Sünen*. Müessesetü'r-Risâle Nâşirûn.



- Ukaylî, E. C. M. b. A. (1404). *Ed-Du'afâü 'l-kebîr*. Dârü'l-Mektebeti'l-İlmiyye.
- Zehebî, E. A. Ş. b. A. (1424). *Târihu 'l-İslâm ve vefeyâtü 'l-meşâhiri ve 'l-a 'lâm*. Dârü'l-Garbi'l-İslamî.
- Zehebî, E. A. Ş. M. b. A. (1413). *El-Kâşif fî ma 'rifeti men lehû rivâye fî 'l-Kütübi 's-Sitte*. Dârü'l-Kıble.
- Zehebî, E. A. M. b. A. (1382). *Mizânü 'l-i 'tidâl fî nakdi 'r-ricâl*. Darü'l-Ma'rife.
- Zehebî, E. A. Ş. M. b. A. (1971). *El-Muğnî fî 'd-duâfâ*. Dârü'l-Maârif.

MERÂHU'L-ERVÂH ADLI ESERİN SARF İLMİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**Dr. Öğr. Üyesi Şehmus ÜLKER**

Şırnak Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Kur'an-ı Kerim Okuma ve Kıraat İlmî Anabilim Dalı
Asst. Prof., Şırnak University, Faculty of Theology, Department of Qur'an Reading and Recitation
Science

Şırnak/Türkiye

ORCID: 0000-0003-0296-1385**ÖZET**

Arap dili grameri sarf ve nahiv olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Tarihi süreçte sarf ve nahiv ile ilgili birçok eser telif edilmiştir. Sarf alanında yazılan önemli eserlerden biri de Ahmed b. Ali b. Mes'ud tarafından telif edilen *Merâhu'l-ervâh* adlı eserdir. Söz konusu eser, kaleme alındığı günden beri ilim havzalarında büyük bir beğeni kazanmıştır. Bu çalışmanın amacı, sarf ilmi literatüründe önemli bir yere sahip olan *Merâhu'l-ervâh* adlı eseri incelemektir. Bu bağlamda eser, ilmî gelenek içindeki konumu açısından incelenmiş ve dil öğretimindeki katkıları ele alınmıştır. Müellif eserini kendine özgü bir yöntemle telif etmiştir. Nitekim müellif *Merâhu'l-ervâh* adlı eserini bir giriş ile yedi bab şeklinde düzenlemiştir. Birinci babın altına da yedi fasl eklemiştir. Müellif kitabın girişinde sarf ilmine dair genel bilgilere yer vererek bu ilmin dil öğretimindeki ve Arapçanın doğru anlaşılmasındaki önemini vurgulamıştır. Girişte sunduğu açıklamalardan, eserin sarf imini öğretme amacıyla kaleme alındığı açıkça anlaşılmaktadır. *Merâhu'l-ervâh*, kısa ve öz bir sarf kitabı olmasına rağmen genel olarak eserde sarf ilminin temel konuları ele alındığı görülmektedir. Müellifin eserde uyguladığı yöntemin, sarf ilmini yeni öğrenenler için faydalı olduğunu söylemek mümkündür. Nitekim müellif ele aldığı konuları örnekler vererek açıklamış, bazı fiil ve isim kalıplarının çekimine de yer vermiştir. Dolayısıyla ele alınan konuların uygulamalı bir şekilde izah edilmesi, öğrenme faaliyetinin daha kolay gerçekleşmesine katkı sağladığı söylenebilir. Sonuç olarak *Merâhu'l-ervâh* adlı eser sarf ilmi alanında faydalı ve kaynak bir eserdir.

Anahtar Kelimeler: Arap Dili ve Belâgatı, Gramer, Nahiv, Sarf, *Merâhu'l-ervâh*.

**AN ANALYSIS OF THE WORK NAMED MERAH AL-ARWAH FROM THE
PERSPECTIVE OF MORPHOLOGY (SARF)**

ABSTRACT

Arabic grammar consists of two main branches: *sarf* and *nahw*. Throughout history, numerous works have been written on both *sarf* and *nahw*. Among the significant works produced in the field of *sarf* is *Merāh al-Arwāh*, authored by Ahmad b. ‘Alī b. Mas‘ūd. This work has been highly appreciated in scholarly circles since its inception. This study aims to examine *Merāh al-Arwāh*, which occupies an important place in the literature of *sarf*. In this context, the work is evaluated in terms of its position within the scholarly tradition and its contributions to language teaching are identified. The author composed his work using a distinctive method. Indeed, the author structured his work *Merāhu’l-Ervāh* in the form of an introduction and seven chapters. He also added seven sections under the first chapter. In the introduction, the author provides general information about *sarf* and highlights its significance in language instruction and in achieving a comprehensive understanding of Arabic. From the explanations presented in the introduction, it is clear that the work was composed to teach *sarf*. Although *Merāh al-Arvāh* is a concise and concise text, it appears to cover the fundamentals of grammar. The method applied by the author proves particularly useful for beginners in *sarf*. The author explains the topics with examples and provides the conjugation of certain verbal and nominal patterns. Therefore, it can be said that explaining the topics in a practical way contributes to the learning activity being carried out more easily. Consequently, *Merāh al-Arvāh* is a useful resource in the field of grammar.

Keywords: Arabic Language and Rhetoric, Grammar, Nahw, Sarf, Merāh al-Arwāh

ARTUKLULAR DÖNEMİNDE DİNÎ VE MEZHEBÎ HAYAT**Doç. Dr. Nevzat KELEŞ**

Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü, Bingöl.

ORCID ID: 0000-0002-2748-9972**ÖZET**

Bu çalışma Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun önemli bir bölümünde 495/1102-812/1409 yılları arasında hüküm sürmüş bir Türk İslâm devleti olan Artuklular zamanında Müslüman toplumun dinî ve mezhebî hayatını değerlendirmeyi konu edinmektedir. Artukluların hâkim oldukları tarih coğrafya farklı kültürlerin karşılaşma yeri olup etnik ve dinî yönden çeşitlilik arz etmektedir. Bu itibarla Süryanî (Yakubî), Nasturî, Ermenî ve Yahudîlerden müteşekkil kalabalık bir gayrimüslim tebaaya ev sahipliği yapmaktaydı. Bununla birlikte bölgenin siyasî hâkimleri olan Müslümanlar da hem etnik hem de dinî ve mezhebî yönden dinamik ve baskın bir konuma sahiplerdi. Bu bağlamda İslâm'ın ilk zamanlarından itibaren bölgede yaygın hale gelen Hâricîlik IX. yüzyıldan itibaren yerini Hanbelî ve Malikî mezheplerine bırakmıştır. Mervânîler devrinde Şâfîlik de bölgede yayılma ve yerleşme imkânı bulmuştur. Mervânîlerin ardından bölgede hâkimiyet kuran Artuklular zamanında ise Hanefî âlimlerin gelmesiyle Hanefîlik de söz konusu coğrafyada rağbet görmeye başlamıştır. Artuklu emîrlerinin himayeleri ve destekleriyle bilhassa Şâfî, Hanbelî ve Hanefî mezhepleri kurumsallaşıp etkin hale gelmişlerdir. Öte yandan Şîî/Alevî zümreler ile tasavvuf ehli zahid ve sûfiler de Artuklu toplumu nezdinde ilgi görüp varlık göstermişlerdir. Bu yönüyle Artuklu çağı, Sünnî mezhepler başta olmak üzere farklı İslâmî unsurların bölgede kök salıp güçlenmesi açısından önemli bir zaman dilimidir.

Anahtar Kelimeler: Artuklular, Dinî ve Mezhebî Hayat, Sünnî, Şîî, Tasavvuf

RELIGIOUS AND SECTARIAN LIFE DURING THE ARTUKID PERIOD**ABSTRACT**

This study is about evaluating the religious and sectarian life of the Muslim society during the Artuqids, a Turkish Islâmic state that ruled a significant part of Eastern and Southeastern Anatolia between 495/1102 and 812/1409. The historical geography over which the Artuqids dominated was a meeting place for different cultures and was ethnically and religiously diverse. In this respect, it hosted a large non-Muslim population consisting of Syriac Christians, Nestorians, Armenians and Jews. However, Muslims, who were the political rulers of the region, had a dynamic and dominant position in terms of both ethnicity and religion and sect.

In this context, Kharijite, which had become widespread in the region since the early days of Islām, gave way to the Hanbalī and Mālīkī schools from the 9th century onwards. During the Marwānid period, Shafiism also had the opportunity to spread and settle in the region. During the Artuqid period, which dominated the region after the Marwānids, Hanafī school began to gain popularity in the region with the arrival of Hanafī scholars. With the patronage and support of the Artuqid emirs, the Shafī'ī, Hanbalī and Hanafī schools of thought became institutionalized and influential. On the other hand, Shiite/Alevī groups and mystic and ascetics also attracted attention and made a presence in the Artuqid society. In this respect, the Artuqid era is an important period in which different Islāmīc elements, especially Sunnī sects, took root and became stronger in the region.

Keywords: Artuqids, Religious and Sectarian Life, Sunnī, Shiite, Sufism

1. GİRİŞ

Artuklular, XII. yüzyılın ilk yıllarından XV. yüzyılın başlarına kadar Mardin, Hasankeyf ve Harput merkez olmak üzere Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun önemli bir bölümünde hüküm sürmüş bir Türkmen devletidir. Oğuzların Döğer veya Kayı boyundan oldukları ifade edilen Artukluların söz konusu bölgedeki tarihleri Emîr Sökmen b. Artuk'un 495/1102'de Hasankeyf'e yerleşmesiyle başlamıştır. Ardından Necmeddin İlgazi'nin 500/1106'da Mardin'e ve Belek Gazi'nin 506/1112-1113'te Harput'a hâkim olmasıyla hanedanın hâkimiyet alanı kısa sürede Haleb'i de içine alacak şekilde genişlemiştir. Tarih sahnesine çıktıkları ilk zamanlardan itibaren hem bölgenin siyasî tarihinin şekillenmesinde hem de Haçlılarla mücadelede faal rol oynamışlardır. Nitekim Emîr Sökmen, Necmeddin İlgazi ve Belek Gazi Haçlılarla mücadelenin önderlerinden olmuşlardır. Müteakiben Haçlılara karşı Zengîler ve Eyyûbîlerle de ittifak kurmuşlardır. Bununla birlikte gerek Zengîler ve Eyyûbîlere gerekse de bölgeyi kasıp kavuran Moğollara ve sonrasında da Timurlulara karşı varlıklarını koruyama çalışmışlardır. Güçlü siyasî aktörlerin bölgedeki varlığı Artukluların hâkimiyet sahalarını Mardin'e doğru daraltmış olsa da 812/1409 yılına kadar tarih sahnesinde kalmaya muvaffak olmuşlardır.

Artuklular, egemenlik alanları tarihsel sürece bağlı olarak değişmekle birlikte 300 yıla yakın bir süre Diyarbekir ve Mardin çevresinin siyasî, sosyal, kültürel, iktisadî ve dinî hayatının şekillenmesinde etkili olmuşlardır. Artuklu emîrlerinin sahip oldukları topraklarda siyasî istikrarı korumaları, ekonomik işleyişi ve ticareti destekleyip teşvik etmeleri, imar faaliyetleri gerçekleştirip halka hoşgörüyle muamele etmeleri, Artuklu ülkesini müreffeh kılmıştır. Bilhassa medrese, kütüphane, cami, mescit, zaviye vb. ibadet ve eğitim kurumları inşa ederek âlimleri

himaye etmeleri de canlı bir ilmî ortam meydana getirmiştir. Bu bağlamda din âlimleri de Artuklu ülkesinde uygun bir faaliyet alanı bulmuşlardır. Dolayısıyla farklı ekollere mensup Müslüman düşünürlerin Artuklu şehirlerindeki ve eğitim kurumlarındaki çalışmaları, emîrlerin ve devlet adamlarının onlara ikramda bulunup istihdam etmeleri ilmî ve fikrî gelişimin yanı sıra halkın dinî ve mezhebî eğilimlerine de tesir etmiştir. Bu çalışma, Artuklular döneminde bahse konu coğrafyanın Müslüman toplum nokta-i nazarında dinî ve mezhebî vaziyetinin ne olduğu ve nasıl şekillendiği meselesini ele alacaktır.

2. DİNÎ VE MEZHEBÎ HAYAT

Artuklu coğrafyasında, Yahudi ve farklı Hristiyan mezheplere mensup yoğun bir gayrimüslim unsur yaşamaktaydı. Bununla birlikte en kalabalık dinî topluluk Müslümanlardı. Müslümanlar da çeşitli Sünnî mezhepler, Şîîler ve tasavvuf ehli gruplardan oluşmaktaydı. Dönemin kaynaklarının verdiği bilgilerden bu zamanda Sünnî mezheplerden Şâfiî, Hanefî ve Hanbelîlerin çoğunlukta olduğu anlaşılmaktadır.

Artuklu ülkesinde Müslümanların ekseriyeti Mervânîler (Baluken, 2010, s. 35-39) döneminde bölgede yaygın hale gelen Şâfiî mezhebine bağlıydı (Özarslan, 2006, s. 68). Şâfiî fakihî Ebû Abdullah el-Kazerûnî'nin faaliyetleriyle bölgede yaygınlaşan Şâfiîlik (Baluken, 2010, s. 35-36), Artuklular zamanında önemli bir taraftar kitlesine sahipti. Bilhassa Âmid, Haleb, Meyyâfârikîn, Mardin, Düneysir gibi Artuklu şehirlerinde Şâfiîlik emîr ve devlet adamlarının da desteğiyle kurumsal bir yapıya kavuşmuştu. Söz gelimi Artukluların Haleb hâkimi Süleyman b. Abdülcebbar b. Artuk, 517/1123-1124 yılında Celûm mahallesinde Şâfiîler için Züccaciyye Medresesi inşa ettirmişti. Bu, Haleb'de Şâfiîlerin ilk medresesiydi (İbn Şeddâd I/1, 1991, s. 241; Artuk, 1944, s. 62). Benzer şekilde Artukluların Âmid hâkimi Kutbeddin Süleyman (Sökmen) b. Kara Arslan ve kardeşi el-Melikü's-Sâlih Mahmud zamanında vezirlik görevinde bulunmuş olan Ziyâeddin b. Şeyh es-Selâmiyye diye bilinen Ebü'l-Abbâs Ahmed b. Ebü'l-Kâsım b. Ahmed es-Selâmî'nin (ö. 621/1224 sonrası) de Âmid'de Şâfiîler için bir medrese inşa ettiği ve ona vakıflar tahsis ettiği belirtilmektedir (Yakut el-Hamevî III, 2007, s. 234; İbnü's-Şa'âr VIII, 2005, s. 233). Âmid'deki Mes'ûdiyye Medresesi'nin 590/1193-1194 tarihli kitabesinde, Şâfiîlerin de burada eğitim görebilmesine yapılan vurgu bu vaziyeti teyit eden bir diğer girişimdir (Yinanç, 2017, s. 316; Turan, 1998, s. 225; Altun, 1978, s. 130-133; Yıldırım, 2024, s. 62.). El-Hatîb el-Haskefî diye şöhret bulan Şâfiî fakihî Ebü'l-Fazl Yahya b. Selâme b. el-Hüseyin b. Muhammed (ö. 553/1158-1159) de Bağdad'a kadar uzanan ilmî seyahatini tamamladıktan sonra Meyyâfârikîn'e gelmiş ve burada hatîb olarak tayin edilmişti. Artuklu

emîrleri tarafından kendisine fetva verme yetkisi verilen el-Hatîb el-Haskefî, Meyyâfârikîn halkının sevgisine mazhar olmuş ve sohbetleri geniş katılım bulmuştur (İbn Hallikan VI, 2009, s. 205; Tâceddin es-Sübkî VII, 1992, s. 330). Ez-Zehebî (XV, 1996, s. 110) onu Meyyâfârikîn müftüsü olarak da tanıtmaktadır. Kaynaklarda Şeyhu Medineti Mardin diye anılan Ebû Akîl Süreycâ b. Muhammed b. Süreycâ eş-Şâfiî (ö. 786/1384-1385) de Mardin şehrinde müftü olarak görevlendirilmişti (İbnü'l-Cezerî II, 2017, s. 99-100). Aynı zamanda Şâfiî fikhî üzerine dersler de veren Ebû Akîl Süreycâ, kendisinden ders almak isteyenleri de şehre çekmiştir (İbnü'l-Îmâd, X, 1986, s. 278). Artuklu şehirlerinden Düneysir de Ebû'l-Îz Yusuf b. Sevvâr b. Ubeyd b. Hibbetullah es-Sülemî (İbn İlalmış, 1992, s. 69-70), Ebû Muhammed Cafer b. Muhammed el-Abbâsî eş-Şâfiî (İbn İlalmış, 1992, s. 95), İbn Rûheynâ (Rûhînâ) el-Irakî en-Nuşteberî adıyla maruf Ebû Muhammed Abdülhâlik en-Nuşteberî (İbn İlalmış, 1992, s. 88-89), Ebû Tâhir İsmâil b. Abdullah eş-Şâfiî (İbn İlalmış, 1992, s. 100), Seyfüddin Ebû Bekir b. Abdullah b. Ali el-Merâgî (İbn İlalmış, 1992, s. 111), Ebû Abbâs Ahmed b. Mes'ûd b. Muhammed el-Ensârî (İbn İlalmış, 1992, s. 114) vb. çok sayıda Şâfiî fakihi ve âlimine ev sahipliği yapmıştır. Bunlardan İbn Rûheynâ el-Irakî en-Nuşteberî Düneysir'deki el-Kutbiyye Medresesi'nde ders verirken, Ebû Abbâs Ahmed b. Mes'ûd b. Muhammed el-Ensârî de Şihâbiyye Medresesi'nin ilk müderrisiydi. Düneysir'de ve Artuklu emîrleri şahsında çok itibar gören İbn Rûheynâ el-Irakî için daha sonra Harzem'de bir medrese (Şeyh Tâceddin Medresesi) yaptırılmış ve oraya müderris olarak tayin edilmişti (İbn İlalmış, 1992, s. 88-89, 114; Akçay, 2019, s. 204-205). İbn İlalmış'ın kayıtlarından Şihâbiyye Medresesi'nde düzenli bir şekilde Şâfiî fikhî dersi veren müderris ve muîdlerin görev yaptıkları anlaşılmaktadır (İbn İlalmış, 1992, s. 123, 127, 130, 132-133, 194). Öte yandan bu zamanda Düneysir kadılarının Şâfiî fakihlerden seçildiği de malumumuzdur (İbn İlalmış, 1992, s. 118, 132-133). Bu bilgiler Artuklular döneminde Müslüman tebaa içerisinde Şâfiî mezhebine bağlı kalabalık bir zümrenin bulunduğu, Artuklu emîrlerinin de halkın dinî eğilimlerini gözeterek Şâfiî din âlimlerini görevlendirdikleri, Şâfiî fikhî üzerine ders veren eğitim kurumları da açarak hem dinî hem de ilmî yönden bu mezhebin gelişmesine destek olduklarını göstermektedir.

Artuklular zamanında Müslüman toplum nezdinde hâkim bir diğer mezhep Hanefîliktir. Bilhassa Selçuklular ve Artuklular ile birlikte artan Türkmen nüfusuna ve Hanefî fakihlerin varlık göstermesine bağlı olarak bu mezhep, bölgede intişar etmeye ve kuvvet kazanmaya başlamıştır. Bu bağlamda Artuklu hâkimiyetinin ilk zamanlarından itibaren bölgede faaliyet yürüttüğü görülen Hanefî âlimler de tıpkı Şâfiî âlimler gibi emîr ve devlet adamları tarafından

desteklenmiş ve Hanefîliğin kurumsal bir kimliğe kavuşması ve halk arasında yayılması sağlanmıştı. 553/1158'de Nusaybin'de kurulan Zeynelabidin Camii vakfının dönemin Artuklu kadısı tarafından Hanefî mezhebi içtiihadına göre faaliyet göstermek üzere tasdik edilmesi (Acar, 2008, s. 299), Âmid'deki Mes'ûdiyye Medresesi'nde Hanefî fakihlerin de ders vermesi ve Düneysir halkınca sevilen Hanefî âlimi Ebû Bekir b. Abdullah b. Revâhe et-Türkî'nin Düneysir'deki Mescidu Gazi'de halkın yoğun katılım sağladığı ders halkaları düzenlemesi bunun göstergesidir (İbn İlalmış, 1992, s. 27). Benzer şekilde Mardin'e yerleşen Hanefî bilginlerinden Ebû Abdullah Muhammed b. İsmâil b. Ali el-Haskefi de şehrin dışında inşa edilmiş olan el-Fahriyye Medresesi'nde müderris olarak görevlendirilmişti (İbnü's-Şa'âr V, 2005, s. 183). Yine bu zamanda Ebü'l-Alâ Mahmud b. Ebû Bekir b. Mahmud el-Buharî el-Kalâbâzî (Ez-Zehebî, 1990, s. 615; Ez-Zehebî LXII, 1990, s. 491), Ahmed b. Muhammed Alâeddin es-Seyrâmî (es-Sîrâmî) (İbn Hacer el-Askalânî I, 1993, s. 307; el-Makrîzî I, 1991, s. 362) ve Sadreddin b. Zahîrüddin el-Hanefî es-Semerkindî (İbn Arabşah, 2012, s. 128) gibi Artuklu ülkesinde ilmî faaliyetler gösteren Hanefî âlim ve edipler de bulunmaktaydı. Ayrıca Savur kadılığı yapmış olan Hanefî âlimi Tâceddin Ebû Muhammed Abdullah b. Ali b. Ömer es-Sincarî (ö. 800/1397-1398) örneğinde olduğu üzere Hanefî âlimler dinî ve idarî kurumlarda da vazifelendirilmiştir (İbn Tağriberdî VII, 1993, s. 193; İbnü'l-Îmâd VIII, 1986, s. 621).

Hanbelîlik de Artuklu ülkesinde yaygın Sünnî mezheplerden biridir. Mervânîler döneminde Âmid ve Meyyâfârikîn başta olmak üzere ilmî bir çalışma alanına sahip olup halk tarafından da kabul gören bu mezhep, Artuklu çağında da mevcut tesirini sürdürmüştür. Nitekim Artukluların kuruluşu arifesinde Hani'de Hanbelî mezhebine mensup Mübâreke bint Ebü'l-Kâsım el-Hanbelî'nin tedris çalışmaları (Ebû Tâhir es-Silefi, 1993, s. 388; Baluken, 2010, s. 41) ve Âmid Mes'ûdiyye Medresesi'nin Hanbelî âlim ve talebelere de açık olması bölgedeki Hanbelî varlığının devam ettiğini göstermektedir. Benzer durum Düneysir ve Mardin havalisi için de geçerliydi. Bilhassa Düneysir'de çok sayıda Hanbelî âliminin olduğu ve halkın ilgisine mazhar olup derslerine itibar edildiği görülebilmektedir. Söz gelimi Erbil'den Dımaşk'a giderken Düneysir'e uğrayan Hanbelî âlimi Ebû Ali Hanbel b. Abdullah b. Ferec b. Saâde er-Rusâfî el-Bağdadî, burada bir süre kalıp verdiği derslerden *Târîhu Düneysir*'in müellifi İbn İlalmış dâhil çok sayıda Düneysirli istifade etmişti (İbn İlalmış, 1992, s. 39). Yine Irak'ta Ebû Hâkim en-Nehrevânî, Şeyh Abdülkadir el-Cîlî ve Kadı Ebû Ya'lâ İbnü'l-Ferrâ'den okuduktan sonra Düneysir'e gelip yerleşen Ebû Bekir Mes'ûd b. Ahmed el-Hanbelî de ömrünün sonuna kadar burada ders verip talebe yetiştirmiştir (İbn İlalmış, 1992, s. 112-113). Düneysir'de ikâmet eden

bir başka Hanbelî bilgini Ebû'l-Hayr Selâme b. Sadaka b. Selâme el-Harranî el-Hanbelî de Düneysir'deki Guzeyyil Meşhedi'nde Hanbeli hukuku ve hadis konularında dersler vermiştir (İbn İlalmış, 1992, s. 128-129). Keza Düneysirli Hanbelî fakihî Ebû İshak İbrahim b. Sa'd et-Tağlibî ed-Düneysirî de evine yakın bir mescitte Hanbeli fikhî dersleri okutmuştur (İbn İlalmış, 1992, s. 133). Mardin ve Sincar mıntıkasında da Hanbelîliğin mevcut olduğu Hanbeli bilgini Şihâbeddin b. Mirrî el-Ba'lebekî'nin (ö. 725/1325) bölgedeki faaliyetlerinden anlaşılmaktadır. Buna göre Mısır'dan sürgün edilmesi üzerine Mardin ve Sincâr kırsalına gelen Şihâbeddin el-Ba'lebekî, ömrünü burada insanlara vaaz ederek geçirmişti (İbn Kesîr XIV, 2000, s. 202).

Artuklular döneminde Malikîlerin varlığından söz etmek güçtür. Mervânîler devrinde Meyyâfârikîn, Âmid ve Siirt'te Mâlikî âlimlerin oluşu ve kadı olarak görevlendirilmeleri (Ebû Tâhir es-Silefî, *age.*, s. 198; İbnü'l-Adîm III, ty., s. 1027), Âmid'deki Mes'udiyye Medresesi'nde Mâlikî mezhebi üzerine derslerin verilmesi Artuklular çağında da ülkede Mâlikîlerin mevcudiyetine işaret etse de bu konuda kaynaklarda fazla bir bilgi yoktur.

Artukluların egemen olduğu coğrafyada bahsini ettiğimiz bu Sünnî gruplardan farklı olarak Şii/İsmâîlî unsurlar da bulunmaktaydı. Her ne kadar Artuklular inşa ettikleri medrese ve camilerle sünnî akideyi hâkim kılmaya çalışmışlarsa da ülkede Şii/İsmâîlî inancı büsbütün ortadan kaldırılamamıştı. Bu zamanda münferit de olsa kimi Artuklu şehirlerinde Şii/İsmâîlî gruplara ve şahıslara rastlamak mümkündür. Ancak kısa bir süre Artukluların elinde kalmış olan Haleb ise istisnadır. Zira Artuklu ülkesinde Şii-İsmâîlî unsurların en baskın oldukları şehir Haleb'dir. Süleyman b. Abdülcebbâr b. Artuk, 516/1122 yılında Şâfiîler için Züccaciyye Medresesi'nin yapımına başladığında, kentte çoğunlukta olan Şiîlerin direnişiyle karşılaşmıştı. Şiîlerin muhalefeti ve sabotajları yüzünden sürekli akamete uğrayan inşaat çalışmaları en nihayetinde kentin Alevî reisi Şerif Zehrata b. Ali b. Muhammed b. İbrahim'in yardımlarıyla tamamlanabilmişti (İbn Şeddâd I/1, 1991, s. 241; Artuk, 1944, s. 62.). Bu medrese, Artuklu emîrlerinin Şiîliğe karşı Sünnî akideyi güçlendirmek ve desteklemek açısından ilk önemli girişimlerinden biridir. Muhtemelen Artuklu emîrlerinin bu tutumu sonraki zamanlarda Artuklu şehirlerinde Şiîlere alan bırakmamış ve çoğalmalarını engellemiştir. Bu bağlamda Şii/İsmâîlî zümre Âmid'de ilk müdahaleyi bizzat şehir halkı tarafından görmüştü. Buna göre kentteki İsmâîlî/Batınîlerin sayılarının gittikçe artması karşısında korkuya kapılan ahali onlara karşı ayaklanmış ve yaklaşık 700 tanesini öldürmüşlerdi. Kalanlar da kaçmak zorunda kalmışlardı. Bu tarihten sonra İsmâîlî/Batınîlerin Âmid'deki sayıları azalmış ve tekrar eski güçlerine ulaşamamışlardı (İbnü'l-Cevzî XVII, 1992, s. 224; İbnü'l-Esîr IX, 2003, s. 231; İbnü'l-Esîr X,

1991, s. 494). Artuklular zamanında da muhtemelen bu vaziyetlerini korumuşlardı. Bununla birlikte Şîî/Alevî âlim ve ediplerin Artuklu emîrleri ve şehirleriyle irtibatları devam etmiştir. Söz gelimi Hz. Ali soyundan gelen eş-Şerîf b. el-İz b. Haşim b. el-Kâsım (ö. 610/1213), bir süre Meyyâfârikîn ve Âmid'de bulunmuş, Âmid'de iken Vezir Ziyâeddin b. Şeyh es-Selâmiyye'yi hicvettiği için onun tarafından bir merkebe bindirilerek Âmid pazarında teşhir edilmişti (İbnü'l-Adîm IV, ty., s. 1877-1880). Hüsâmeddin Timurtaş'ın ihtiram gösterdiği Şeyh Nûrû'l-Hüdâ Süleyman b. Ömer el-Alevî (ö. 552/1157), Meyyâfârikîn'e geldiğinde ise emîr ve şehir halkı tarafından izzetle karşılanmış, düzenlediği vaaz meclisleri de büyük ilgi görmüştü. Hatta bir müddet Meyyâfârikîn ve Mardin'de Hüsameddin Timurtaş'a eşlik etmişti. Ancak Siirt'te döndüğünde İsmâîlî/Batınîler tarafından öldürülmüştü (İbnü'l-Ezrak, 2014, s. 586, 613; İbnü'l-Ezrak, 1992., s. 78; Artuk, 1944, s. 76, 118; Turan, 1998, s. 226.). Bu zamanda Meyyâfârikîn'de bulunan bir başka Şîî/Alevî âlim ve edip Yahya b. Sellâme b. el-Hasan b. Muhammed Ebü'l-Fazl el-Haskefi idi. 553/1158-1159'da Meyyâfârikîn'de vefat eden el-Haskefi'nin güzel şiirleri ve mektupları vardı (İbnü'l-Esîr IX, 2003, s. 426; İbnü'l-Esîr XI, 1991, s. 260). Artuklu emîrleri tebaalarının geneliyle olduğu gibi Şîî/Alevîlerle de iyi münasebet geliştirmişlerdi. Buna karşın Batınî/İsmâîlî gruplar, Artuklu ülkesinde de Şeyh Nûrû'l-Hüdâ Süleyman b. Ömer el-Alevî örneğinde olduğu üzere süikastler tertiplemişlerdir. Batınî/İsmâîlîlerin süikast düzenlediği bir başka kişi de Vezir Zeyneddin Esed b. Abdülhâlik idi. 544/1149 yılında Vezir Zeyneddin, Mardin Kalesi'nden inerken dar bir sokakta iki Batınî'nin saldırısına uğramış ve hayatını kaybetmişti (İbnü'l-Ezrak, 2014, s. 599; İbnü'l-Ezrak, 1992., s. 95).

Artuklular zamanında tasavvuf ve tarikatların da sıradan halktan devlet idarecilerine kadar toplumun geniş bir kesimi üzerinde tesiri vardı. Nitekim Âmid hâkimi Fahreddin Kara Arslan'ın Harim Kalesi'nin fethi öncesinde Nureddin Mahmud'un yardım çağrısına "... Şayet ona yardıma gitmezsem ülkemin halkı itaatimden ayrılır ve ülkeyi de elimden çıkarırlar. Çünkü Nureddin, ülkenin zâhidlerine ve abidlerine mektuplar yazıp onlara, Haçlılardan Müslümanların başına gelenileri, öldürülmelerini ve esir edilmelerini anlatmakta, bu hususta onların dualarını istemekte ve onlardan Müslümanları gazaya teşvik etmelerini istemektedir. Şimdi ben Nureddin'e yardıma gitmezsem, bu abidlerden her biri adamlarını toplar, onlara Nureddin'in mektuplarını okur, hep birlikte ağlar ve bana lanet ederler. Sonra da aleyhime birleşirler," (Müneccimbaşı, 2001, s. 173) gerekçesiyle katılma kararı alması, ülkesinde çok sayıda sûfî ve zâhidin olduğuna ve bunların halk üzerinde güçlü bir nüfuza sahip olduğuna işaret etmektedir. Nitekim Artuklu topraklarında inzivaya çekilip zühd hayatı yaşayan veya

halka cami, zaviye vb. yerlerde vaazlarda bulunup irşat faaliyetleri yürüten çok sayıda zâhid bulunmaktaydı. Meyyâfârikînli Şeyh Halef ve Şeyh Mübârek, Meyyâfârikîn dağında inziva ve ibadete çekilen Şeyh Ali et-Türkî, Hasankeyf'te Muhammed es-Semma ve Şeyh Muhammed el-Bustî (Usame b. Munkız, 2015, s. 209), Mardinli Melikşah b. Abdülvahab b. Abdullah el-Mardinî es-Sûfî ve Şeyh Yunus b. Yusuf eş-Şeybânî (İbn İlalmış, 1992, s. 32, 37; Ez-Zehebî XLIV, 1996, s. 171; Turan, 1998, s. 226), Nusaybin'de Şeyh Ebü'l-Yakzân el-Esvedü'l-Cesed el-Ebyâdü'l-Kebid (İbn Cübeyr, 2003, s. 175-176), Düneysir'de Ebû Ömer Osman b. Hutluc en-Nesîbî ve Ebû Meâlî b. Ebü'l-Ceyş b. Ebü'l-Meâlî ed-Düneysirî bunun örneklerindendir. Bunlardan Şeyh Yunus b. Yusuf eş-Şeybânî daha ziyade şâtır, dâ'ir ve aklı kıtların mensubu olduğu bildirilen *Yunusiyye* diye tabir edilen bir tarikatı vardı (Ez-Zehebî XLIV, 1996, s. 171). Bunların yanı sıra Artuklu ülkesinde dünya hayatını terk edip yarı çıplak ve dilencilikle geçinen Kalendarî zümrelerinin yaşadığı da bilinmektedir (Josaphan Barbaro, 2022, s. 53; Turan, 1998, s. 226-227).

Tasavvuf ve zühhd hayatı Artuklu emîrleri ve devlet adamları üzerinde de tesir göstermiştir. Artuklu hanedanından Belek b. Arslan Doğmuş, Necmeddin Alpı'nın hizmetindeki görevinden 567/1171'de ayrılarak Meyyâfârikîn surlarının dışında Bâbü'l-Hüve'de bulunan Mescidü'l-Yakut'a kapanarak ömrünün kalan kısmında ibadetle meşgul olup zâhidane bir hayat yaşamıştır (İbnü'l-Ezrak, 2014, s. 604; İbnü'l-Ezrak, 1992., s. 104; Turan, 1998, s. 226). Benzer şekilde Fahreddin Kara Arslan'ın vezirlerinden Cemâleddin de kardeşi lehine vezirlik makamından feragat ederek Hasankeyf'teki evinde inzivaya çekilmişti (561/1165-1166) (İbnü'l-Ezrak, 2014, s. 636; İbnü'l-Ezrak, 1992., s. 147; Turan, 1998, s. 226). Artuklu emîrlерinin kendilerine itibar etmeleri dolayısıyla tasavvuf ehli kimseler devlet idaresinde de görevlendirilmişlerdir (İbnü'l-Ezrak, 2014, s. 636; İbnü'l-Ezrak, 1992., s. 147).

3. SONUÇ

Netice itibariyle burada verdiğimiz bilgilerden Artuklular döneminde Müslüman toplum nezdinde Şâfiî, Hanefî ve Hanbelî mezheplerinin rağbet gördüğü ve müntesiplerinin kalabalık olduğu, Malikî mezhebinin ise çok zayıf kaldığı anlaşılmaktadır. Bunların yanı sıra Şii/Alevî ve tasavvuf ehli düşünürlerin de Artuklu ülkesinde faaliyet yürüttükleri, geniş halk kitlelerinin ilgisine mazhar oldukları görülmektedir. Artuklu emîrleri ve devlet adamları da söz konusu ekollere mensup âlimleri himaye ettikleri gibi ilmî ve dinî çalışmalarını yürütebilmeleri için onlara olanaklar da sağlamışlardır. Ayrıca Artuklu ülkesinde Batınîler gibi zararlı eylemlerde

bulunan zümreler hariç gerek halk gerekse de âlimler herhangi bir müdahaleye maruz kalmaksızın itikadi tercihlerinde ve ibadetlerinde özgür hareket etmişlerdir.

KAYNAKÇA

- Acar, Abdurrahman. (2008). Mardin Artuklularında Adli Teşkilat ve Artuklu Kadıları. *Artuklular*, (ed. İbrahim Özcoşar). Mardin, s. 285-300.
- Akçay, Halil. (2019). İbn İlalmış'ın Târihu Düneysir'inde Kızıltepe'nin Eğitim-Öğretim Mekânları. *The Journal of Mesopotamian Studies*. C 4/S. 2, (2019), s. 197-207.
- Altun, Ara. (1978). *Anadolu'da Artuklu Devri Türk Mimarisinin Gelişimi*. İstanbul: Kültür Bakanlığı Yayınları.
- Artuk, İbrahim. (1944). *Mardin Artukluları Tarihi*. İstanbul.
- Baluken, Yusuf. (2010). *Mervânîler Devrinde Dinî Gruplar Arasındaki Münasebetler*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Van.
- Ebû Tâhir es-Silefi. 1993. *Mu'cemü's-sefer*. (thk. Abdullah Ömer el-Bârûdî). Beyrut: Dârü'l-Fikr.
- El-Makrîzî. (1991). *el-Mukaffa'l-kebîr* (I. Cilt) (thk. Muhammed el-Ya'lâvî, Dârü'l-Ğarbi'l-İslâmî). Beyrut 1991.
- Ez-Zehebî. (1990). *Mu'cemu Şüyûhi'z-Zehebî*. (thk. Rûhiyye Abdurrahmân es-Süyûfî). Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-İlmiyye.
- Ez-Zehebî. (1996). *Siyeru a'lâmi'n-nübelâ* (XV. Cilt) (thk. Şueyb el-Arnaut-Muhammed Naim el-Araksûsî). Beyrut: Müessesetü'r-Risale.
- İbn Cübeyr. (2003). *Endülü's-ten Kutsal Topraklara*. (çev. İsmail Güler). İstanbul: Selenge Yayınları
- İbn Hacer el-Askalânî. (1993). *ed-Dürerü'l-kâmine fî a'yâni'l-mi'eti's-sâmine* (I. Cilt). Beyrut.
- İbn Hallikan. (2009). *Vefeyâtü'l-a'yân ve enbâ'ü ebna'î'z-zamân* (VI. Cilt) (thk. Muhammed Abdurrahman Maraşlı). Beyrut: Dârü'l-İhyâ Turâsi'l-Arabî.
- İbn İlalmış. (1992). *Târihu Düneysir*. (thk. İbrahim Sâlih). Dimaşk.
- İbn Kesîr. (2000). *El-Bidâye ve'n-Nihâye (Büyük İslâm Tarihi)* (XIV. Cilt) (çev. Mehmet Keskin). İstanbul: Çağrı Yayınları.
- İbn Şeddâd. (1991). *el-A'lâkü'l-hatîre fî zikri ümerâi's-Şam ve'l-Cezîre* (I/1. Cilt) (thk. Yahya Zekerîya Abbâre). Dimaşk: Menşûratü Vezareti's-Sekâfe.
- İbn Tağriberdî. (1993). *el-Menhelü's-sâfî ve'l-müstevfî ba'de'l-Vâfî*. (VII Cilt) (thk. Muhammed Muhammed Emin). Kahire.
- İbnü'l-Adîm. (ty.). *Buğyetü't-taleb fî târihi Haleb* (IV, VIII. Cilt) (thk. Süheyl Zekkâr). Beyrut: Dârü'l-Fikr.
- İbnü'l-Cevzî. (1992). *el-Muntazam fî târihi'l-mülûk ve'l-ümem* (XVII. Cilt) (thk. Muhammed Abdulkadir Atâ-Mustafa Abdulkadir Atâ). Beyrut.
- İbnü'l-Cezerî. (2017). *Ğâyetü'n-nihâye fî tabakâti'l-kurrâ'* (II. Cilt) (thk. Ebû İbrahim Ömer b. Abdullah). Beyrut: Dârü'l-Lü'üe.
- İbnü'l-Esîr. (1991). *İslâm Tarihi: el-Kâmil fî t-Târîh Tercümesi*. (X, XI. Cilt) (çev. Abdülkerim Özeydin). İstanbul: Bahar Yayınları.
- İbnü'l-Esîr. (2003). *el-Kâmil fî t-târîh* (IX. Cilt) (thk. Muhammed Yusuf ed-Dukak). Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-İlmiyye.
- İbnü'l-Ezrak. (1992). *Meyyâfârikîn ve Âmid Tarihi (Artuklular Kısım)*. (çev. Ahmed Savran). Erzurum.
- İbnü'l-Ezrak. (2014). *Târihu Meyyâfârikîn*. (thk. Kerim Faruk el-Holî-Yusuf Baluken) İstanbul: Nûbihar Yayınları.
- İbnü'l-İmâd. (1986). *Şezerâtü'z-zeheb fî aḥbâri men zeheb* (VII. Cilt) (thk. Mahmud Arnaut). Beyrut: Dâru İbn Kesîr.
- İbnü's-Şa'âr. (2005). *Ukûdü'l-cümân fî şu'arâ'i hâze'z-zamân* (V, VIII. Cilt) (thk. Kâmil Selmân el-Cubûrî) Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-İlmiyye
- Josaphat Barbaro. (2022). *Anadolu'ya ve İran'a Seyahat*. (çev. Tufan Gündüz) İstanbul.
- Müneccimbaşı Ahmed b. Lütfullah. (2001). *Câmiü'd-Düvel (Selçuklular Tarihi II Anadolu Selçukluları ve Beylikler)*. (çev. Ali Öngül). İzmir: Akademi Kitabevi.

- Özarslan, Selim. (2006). Artuklular Döneminde Kelam İlmi ve Kelamcılar. *Kelam Araştırmalar*. IV/1, 63-72.
- Tâceddin es-Sübkî. (1992). *Tabakâtü's-Şafi'yyeti'l-kübrâ* (VII. Cilt) (thk. Mahmûd Muhammed et-Tanâhî-Abdulfettâh Muhammed el-Hulv). Kahire: Dâru İhyâi'l-Kütübi'l-Arabiyye.
- Turan, Osman. (1998). *Doğu Anadolu Türk Devletleri Tarihi*. Boğaziçi Yayınları, İstanbul.
- Üsâme b. MÜnkız. (2015). *Kitâbü'l-İ'tibâr (İbretler Kitabı)*. (çev. Yusuf Ziya Cömert). İstanbul: Kitabevi Yayınları.
- Yakut el-Hamevî. (2007). *Mu'cemü'l-buldân* (III. Cilt) Beyrut: Dâru Sadr.
- Yıldırım, Esengül. (2024). Artuklular Döneminde Diyarbakır. Dicle Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır.
- Yinanç, Mükrimin Halil. (2017). Diyarbekeri/Diyâr Bakr. *Makaleler*. (haz. F. Başar-İ. Gökhan-Ö.H. Özalp). Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları, s. 293-340.

**XXI ƏSR AZƏRBAYCAN UŞAQ ƏDƏBİYYATI VƏ BU CAMEƏDƏ ZAUR
USTACIN MÖVQEYİ 27.09.2025
21. YÜZYIL AZERBAIJAN ÇOCUK EDEBİYATI VE ZAUR USTAJ'IN BU
TOPLUMDAKİ YERİ**

Ayətəxan Ziyad (İsgəndərov)

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti. Elmi işçi.

ORCID ID:0000-0002-0034-6736

ÖZET

21. yüzyıl Azərbaycan çocuk edebiyatı, hem geleneğe bağlı kalarak hem de modern gereksinimlere uyum sağlayarak yeni bir aşamaya girmiştir. Bu aşama, ulusal edebi geleneklerin moderniteyle buluştuğu zengin bir aşamadır. Bu dönemde yazarlar, şairler ve yayıncılar, çocukların psikolojisini, ilgi alanlarını ve dünya görüşlerini daha derinlemesine incelemeye ve hem eğlenceli hem de eğitici içerikli eserler sunmaya özel önem vermişlerdir.

Modern çocuk edebiyatının temel özelliklerinden biri, yeni yüzyılda konu yelpazesinin daha da genişlemesidir. Yıllardır süregelen geleneksel klasik masal motifleri, aile değerleri, dostluk ve iletişim kültürünün yanı sıra teknoloji, bilim, çevre sorunları ve vatanseverlik gibi konular da yaygın olarak kullanılmaktadır. Küçüklerin gerçek hayattaki sorulara cevap bulmalarına yardımcı olur.

21. yüzyıl yazarları çocuklar için yazarken yalnızca şiir ve masallarla yetinmiyorlar. Bu dönemde çeşitli anlatılar, hikâyeler, dramalar ve hatta popüler bilim kitapları da ortaya çıktı. Bu eserler, çocukların kitap okumaya olan ilgisini artırmakla kalmıyor, aynı zamanda düşünme, kelime dağarcığı ve yaratıcılık yeteneklerini de geliştiriyor.

Edebi dilin sadeliği ve anlaşılabilirliği da bu dönemin temel ölçütlerindendir. Yazarlar, çocuk fantezisine yakın mecazi ifadeler, mizah ve betimlemeleri yaygın olarak kullanırlar. 21. yüzyılda çocuklar için yazılan şiirlerde ritim, müzikalite ve oyun öğeleri daha güçlü bir şekilde kendini gösterir ve bu da şiir dilinin çekiciliğini daha da artırır.

Aynı zamanda devlet ve sivil toplum kuruluşlarının girişimleri, çocuk dergileri ("Goyarçın", "Güneş", "Şehrli Dünya" vb.) ve yayınevleri, günümüzde çocuk edebiyatının gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Çeviri edebiyat da çocukların dünya görüşünü zenginleştirmenin önemli araçlarından biri haline gelmiştir. Dünyaca ünlü çocuk eserleri Azerbaycan diline çevrilerek küçük okuyucularla buluşturulurken, aynı zamanda Azerbaycanlı yazarların eserleri de uluslararası sergilerde yer alıyor.

Vatanseverlik ve milli kimlik teması, 21. yüzyıl çocuk edebiyatında özel bir yere sahiptir. Karabağ teması, Azerbaycanlılık fikri, kahramanlık ve milli değerlerin korunması, çocuklar için

yazılan şiir ve öykülerde ön planda yer almaktadır. Bu eserler, çocuklarda vatan sevgisini, milli bilinci ve tarihe bağlılığı güçlendirmede önemli rol oynamaktadır.

21. yüzyıl çocuk edebiyatının temel amacı; çocuklara doğru dünya görüşünü aşılama, okuma kültürü oluşturmak, yaratıcılık yeteneklerini geliştirmek ve onları geleceğin eğitimli, vatansever ve insancıl vatandaşları olarak yetiştirmektir.

Anahtar kelimeler: 21. yüzyıl çocuk edebiyatı, çeviri çocuk edebiyatı, çocuk edebiyatının temel özellikleri, çocuk edebiyatının temel amacı, vatanseverlik ve milli kimlik teması.

21st-CENTURY AZERBAIJANI CHILDREN'S LITERATURE AND ZAUR USTAJ'S PLACE IN THIS SOCIETY

ABSTRACT

21st-century Azerbaijani children's literature has entered a new phase, adhering both to tradition and adapting to modern needs. This is a rich phase where national literary traditions meet modernity. During this period, writers, poets, and publishers have placed particular emphasis on delving deeper into children's psychology, interests, and worldviews, and on presenting works that are both entertaining and educational.

One of the fundamental characteristics of modern children's literature is the broadening of its range of themes in the new century. In addition to age-old traditional classical fairy tale motifs, family values, friendship, and the culture of communication, themes such as technology, science, environmental issues, and patriotism are also widely used. It helps young people find answers to real-life questions.

21st-century writers are not content with just poetry and fairy tales when writing for children. Various narratives, stories, dramas, and even popular science books emerged during this period. These works not only stimulate children's interest in reading but also develop their thinking, vocabulary, and creative abilities.

The simplicity and clarity of literary language are also fundamental criteria of this period. Writers widely use figurative expressions, humor, and imagery, akin to children's fantasy. Rhythm, musicality, and playful elements are more strongly evident in poems written for children in the 21st century, further enhancing the appeal of poetic language.

At the same time, the initiatives of state and non-governmental organizations, children's magazines ("Goyarchin," "Suneş," "Şehrli Dünya," etc.), and publishing houses play a significant role in the development of children's literature today. Translated literature has also become one of the important tools for enriching children's worldviews. World-renowned children's works are being translated into Azerbaijani and introduced to young readers, while

works by Azerbaijani authors are also being exhibited in international exhibitions.

The themes of patriotism and national identity hold a special place in 21st-century children's literature. The themes of Karabakh, the idea of Azerbaijani identity, heroism, and the preservation of national values are prominent in poems and stories written for children. These works play a significant role in fostering children's love of their homeland, national consciousness, and commitment to history.

The primary goal of 21st-century children's literature is to instill in children a correct worldview, foster a reading culture, develop their creative abilities, and raise them to be educated, patriotic, and humane citizens of the future.

Keywords: 21st century children's literature, translated children's literature, basic characteristics of children's literature, main purpose of children's literature, theme of patriotism and national identity.

GİRİŞ

XXI əsr Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı həm ənənəyə sadıq qalaraq, həm də müasir tələblərə uyğunlaşaraq yeni mərhələyə qədəm qoymuşdur. Bu mərhələ milli ədəbi ənənələrin müasirliklə qovuşduğu zəngin bir mərhələdir. Bu dövrdə yazıçılar, şair və nəşirlər uşaq psixologiyasını, maraqlarını, dünyagörüşünü daha dərinlən öyrənməyə, əsərləri həm əyləncəli, həm də tərbiyəvi məzmunla təqdim etməyə xüsusi diqqət yetirmişlər.

Müasir uşaq ədəbiyyatının əsas xüsusiyyətlərindən biri mövzu dairəsinin yeni əsrdə daha da genişlənməsidir. İllərlə davam edən ənənəvi klassik nağıl motivləri, ailə dəyərləri, dostluq və ünsiyyət mədəniyyəti kimi mövzularla yanaşı, texnologiya, elm, ekoloji problemlər, vətənpərvərlik kimi mövzular da geniş şəkildə işlənir. Bu, azyaşlıların real həyatla bağlı suallara cavab tapmalarına kömək edir.

XXI əsr müəllifləri uşaqlar üçün yazarkən yalnız şeir və nağıl janrları ilə kifayətlənmirlər. Bu dövrdə müxtəlif povestlər, hekayələr, dram əsərləri və hətta elmi-populyar kitablar da meydana gəlmişdir. Bu əsərlər uşaqlarda kitab oxumağa marağı artırmaqla yanaşı, onların təfəkkürünü, söz ehtiyatını və yaradıcı qabiliyyətini də inkişaf etdirir.

Ədəbi dilin sadəliyi və anlaşılqlılığı da bu mərhələnin əsas meyarındandır. Müəlliflər obrazlı ifadələrdən, yumordan, uşaq fantaziyasına yaxın təsvirlərdən geniş istifadə edirlər. XXI əsrdə uşaqlar üçün yazılan şeirlərdə ritm, musiqilik və oyun ünsürləri özünü daha güclü şəkildə göstərir ki, bu da şeir dilinin cazibədarlığını artırır.

Eyni zamanda, müasir dövrdə uşaq ədəbiyyatının inkişafında dövlət və qeyri-hökumət təşkilatlarının təşəbbüslərinin, uşaq jurnallarının (“Göyərçin”, “Günəş”, “Sehrli dünya” və s.), eləcə də nəşriyyatların fəaliyyəti mühüm rol oynayır. Tərcümə ədəbiyyatı da uşaqların dünyagörüşünün zənginləşməsində mühüm vasitələrdən birinə çevrilmişdir. Dünyaca məşhur uşaq əsərləri Azərbaycan dilinə çevrilərək azyaşlı oxuculara təqdim olunur, eyni zamanda Azərbaycan yazıçılarının əsərləri də beynəlxalq sərgilərdə tanınırlar.

XXI əsr uşaq ədəbiyyatında vətənpərvərlik və milli kimlik mövzusu xüsusi yer tutur. Qarabağ mövzusu, azərbaycançılıq ideyası, qəhrəmanlıq və milli dəyərlərin qorunması uşaqlar üçün yazılan şeir və hekayələrdə ön plandadır. Bu qisim əsərlər uşaqlarda Vətən sevgisinin, milli şüurun və tarixə bağlılığın güclənməsində əhəmiyyətli rol oynayır.

XXI əsr uşaq ədəbiyyatının başlıca məqsədi uşaqlara düzgün dünyagörüşü aşılamaq, oxu mədəniyyətini formalaşdırmaq, yaradıcılıq qabiliyyətlərini inkişaf etdirmək və onları gələcəyin savadlı, vətənpərvər və humanist vətəndaşları kimi yetişdirməkdir.

Məqalədə bu məsələlər açıqlanır.

ARAŞDIRMA

TARİXİ İNKİŞAF, MÜQAYİSƏLİ TƏHLİL VƏ QLOBAL KONTEKST

Xalq ədəbiyyatı zəminində yaranma

Azərbaycan uşaq ədəbiyyatının ilkin mərhələsi xalq yaradıcılığı ilə bağlıdır. Nağıl, bayatı, tapmaca və atalar sözləri əsrlər boyu uşaqlar üçün həm əyləncə, həm də tərbiyə vasitəsi rolunu oynamışdır. Bu nümunələr uşaq təfəkkürünə uyğun sadə forma və yığcam məzmunla təqdim olunmuş, uşaqların yaddaşını, təfəkkürünü və emosional dünyasını inkişaf etdirmişdir.

Xalq nağıllarında qəhrəmanlıq, ədalət, doğruluq, zəhmətsevərlik kimi dəyərlər ön plana çıxmış, mənfi personajlar isə tənbellik, yalan və xəyanət simvolu olmuşdur. Beləliklə, xalq ədəbiyyatı uşaqların dünyagörüşünü formalaşdırmaqla yanaşı, onların əxlaqi dəyərlərinin də möhkəmlənməsinə xidmət etmişdir.

XIX əsrdə uşaq ədəbiyyatının təşəkkülü

XIX əsrdə Azərbaycanda maarifçi ideyaların güclənməsi uşaq ədəbiyyatının yazılı formada təşəkkülünə təkan vermişdir. Bu dövrün müəllifləri uşaqların savadlanması, dünyagörüşünün genişlənməsi və milli-mənəvi dəyərlərə bağlı böyüməsi məsələlərinə xüsusi diqqət yetirmişlər. M.F.Axundzadə öz əsərlərində maarifçilik ideyalarını uşaq tərbiyəsi ilə əlaqələndirmiş, Həsən bəy Zərdabi isə “Əkinçi” qəzetində uşaqların təhsilinə və maarifinə dair yazılar dərc

etdirmişdir. Abdulla Şaiq yaradıcılığında isə artıq müasir uşaq poeziyası formalaşmağa başlamış, milli ruhlu, vətənpərvərlik və əxlaqi prinsiplərə söykənən şeirlər yaranmışdır.

Bu mərhələ uşaq ədəbiyyatında maarifçi-pedaqoji istiqamətin əsasını qoymuş, uşaq üçün yazmaq ənənəsini sistemli şəkildə formalaşdırmışdır.

XX ƏSRDƏ UŞAQ ƏDƏBİYYATININ İNKİŞAFI VƏ JANR MÜXTƏLİFLİYİ

XX əsrdə Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı keyfiyyətcə yeni mərhələyə qədəm qoydu. Bu dövrdə yazıçı və şairlər uşaqlar üçün poeziya, hekayə, povest, dram əsərləri yaratmağa başladılar. Ədəbiyyat həm əyləndirmə, həm də maarifləndirmə funksiyasını daha da gücləndirdi.

Abdulla Şaiq, Süleyman Rüstəm, Mirmehdi Seyidzadə, Məmməd Araz, Zəhid Xəlil kimi müəlliflərin əsərlərində milli kimlik, vətən sevgisi, zəhmətə və elmə maraq əsas mövzulara çevrildi. Bu əsərlər uşaqlarda milli şüurun formalaşmasına, mənəvi-mədəni dəyərlərin qorunmasına xidmət etdi.

XX əsrin ikinci yarısında isə uşaq ədəbiyyatında janr rəngarəngliyi artdı. Nağıl-povest, şeir-dram, yumoristik hekayə və poema kimi müxtəlif formalar meydana gəldi. Bu, uşaqların ədəbi-estetik zövqünün formalaşmasına mühüm təsir göstərdi.

XX əsrin sonu – müstəqillik dövrü

Azərbaycan müstəqillik qazandıqdan sonra uşaq ədəbiyyatında yeni mövzular ortaya çıxdı. Qarabağ müharibəsi, azərbaycançılıq ideyası, müstəqillik ruhu, milli-mənəvi dəyərlərin qorunması kimi məsələlər uşaq əsərlərində əksini tapdı.

Bu dövr ədəbiyyatında əsas məqsəd uşaqlarda milli kimlik şüurunu gücləndirmək, onlara Vətən sevgisi aşılamaq, tarixi yaddaşı canlı saxlamaq idi. Uşaqlar üçün yazılan əsərlər həm tərbiyəvi, həm də milli ideoloji baxımdan əhəmiyyətli funksiyalar daşıyırdı.

XXI ƏSR AZƏRBAYCAN UŞAQ ƏDƏBİYYATI (XXI əsrin uşaq ədəbiyyatına xas mövzu, janr, dil və müəllif yanaşmaları)

Müasir dövrdə uşaq ədəbiyyatının ümumi mənzərəsi

XXI əsrdə Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı yeni mərhələyə qədəm qoymuşdur. Bu mərhələnin əsas xüsusiyyəti əvvəlki dövrlərin ənənələrini qorumaqla yanaşı, müasir dövrün sosial, mədəni və texnoloji çağırışlarına cavab verməsidir. Əgər əvvəlki əsrlərdə uşaq ədəbiyyatının əsas vəzifəsi maarifçilik və tərbiyə idisə, müasir dövrdə bu ədəbiyyat həm də uşaqları informasiya bolluğu içində doğru yönləndirmək, qloballaşan dünyanın tələblərinə uyğun formalaşdırmaq funksiyasını daşıyır.

Uşaq ədəbiyyatının mövzuları yalnız milli-mənəvi dəyərlərlə məhdudlaşmır; həmçinin elm və texnologiya, ekoloji problemlər, multikultura lizm, sülh və tolerantlıq kimi universal mövzuları da əhatə edir. Bu isə onu göstərir ki, XXI əsr uşaq ədəbiyyatı həm milli, həm də qlobal xarakter daşıyır.

MÖVZU DAİRƏSİNİN GENİŞLƏNMƏSİ

Müasir Azərbaycan uşaq ədəbiyyatında ənənəvi mövzular – Vətən sevgisi, təbiətə münasibət, əməksevərlik, dostluq, mərhəmət kimi dəyərlər qorunub saxlanılır. Bununla yanaşı, yeni əsrin problemlərinə uyğun olaraq yeni mövzular da meydana çıxmışdır:

Texnologiya və informasiya əsri – Müəlliflər uşaqların müasir texnoloji dünyada düzgün istiqamətlənməsinə kömək edən əsərlər yazır, internet, rəqəmsal alətlər və sosial şəbəkələr mövzularına toxunurlar.

Ekologiya və təbiətin qorunması – Qlobal istiləşmə, ətraf mühitin çirklənməsi kimi problemlərin uşaq şüurunda dərk olunması üçün bədii nümunələr yaranır.

Sülh və tolerantlıq – Multikultural mühitdə böyüyən uşaqların bir-birini daha yaxşı anlaması üçün bəşəri dəyərləri təbliğ edən əsərlər meydana çıxır.

Milli kimlik və müharibə mövzusu – Qarabağ hadisələri, şəhidlik və qəhrəmanlıq motivləri XXI əsr uşaq ədəbiyyatında geniş yer tutur, lakin uşaqların psixoloji qavrayışına uyğun formada təqdim olunur.

JANR VƏ FORMA XÜSUSİYYƏTLƏRİ

XXI əsr uşaq ədəbiyyatında janr baxımından genişlənmə müşahidə olunur. Əgər XX əsrdə əsasən şeir, nağıl, hekayə və poema janrları üstünlük təşkil edirdisə, bu gün yeni formalar meydana çıxmışdır:

- **Nağıl-povest və sintez janrları** – ənənəvi nağıl elementlərinin müasir həyat hadisələri ilə birləşdiyi əsərlər;

- **Uşaq dramı və teatr əsərləri** – məktəblərdə və uşaq teatrlarında səhnələşdirilmək üçün nəzərdə tutulan pyeslər;

Rəqəmsal nağıl və audio-kitablara yönəlik əsərlər – uşaqların yeni texnologiyalara marağı nəzərə alınaraq interaktiv formatda təqdim olunur.

- **Satirik və yumoristik nümunələr** – uşaqlarda tənqidi düşüncəni inkişaf etdirmək məqsədi daşıyır.

Bu janr müxtəlifliyi uşaqların həm estetik zövqünün, həm də intellektual dünyasının zənginləşməsinə xidmət edir.

DİL VƏ ÜSLUB MƏSƏLƏLƏRİ

Müasir uşaq ədəbiyyatında dil sadə, anlaşıqlı və emosional təsir gücünə malikdir. Uşaqlar üçün yazılan əsərlərdə qısa cümlələr, obrazlı ifadələr, yumor və dialoqlar daha çox istifadə olunur. Bununla yanaşı, xalq yaradıcılığına məxsus arxaik sözlər, atalar sözləri və bayatılar da yerli koloriti qorumaq məqsədilə işlədilir.

XXI əsr müəlliflərinin üslub xüsusiyyətlərindən biri də uşaqların dünyasına onların öz baxış bucağından yanaşmaqdır. Əsərlərdə hadisələr çox vaxt uşaq qəhrəmanların dilindən nəql olunur, bu isə oxucu ilə yazıçı arasında daha səmimi ünsiyyət yaradır.

UŞAQ YAZIÇILARININ YARADICILIQ İSTİQAMƏTLƏRİ

Müasir dövrdə fəaliyyət göstərən yazıçılar arasında həm klassik ənənələri davam etdirənlər, həm də yeni üslublar axtaranlar vardır. Bəziləri milli-mənəvi dəyərlərin qorunmasına üstünlük verir, digərləri isə müasir problemləri bədii dillə ifadə etməyə çalışır. Bu müxtəliflik XXI əsr Azərbaycan uşaq ədəbiyyatının zəngin mənzərəsini formalaşdırır.

Bu dövrdə Azərbaycan uşaq ədəbiyyatında mühüm imzalar formalaşmışdır. Zaur Ustac “Balaca şairlər” layihəsi ilə uşaqların yaradıcılığa marağını artırmış, “Şirin balalar” şeir toplusu ilə sevilmişdir. Eləcə də Rafiq Yusifoğlu uşaqlar üçün yazdığı şeirlərdə sadə dil, musiqililik və oyun elementlərini uğurla birləşdirir. Məmməd Orucovun hekayələrində uşaq psixologiyası incəliklə təsvir olunur. Sevinc Elsevər, Günel Anarqızı, Nigar Əlizadə kimi müasir müəlliflər də uşaqlar üçün yazdıqları şeir və hekayələrlə seçilirlər. Qəşəm Nəcəfzadənin şeirlərində uşaq təfəkkürünə yaxın ritm və obrazlı ifadələr geniş istifadə olunur. Uşaqlara vətənpərvərlik duyğusu aşılayan nümunələr isə Anar və Elçin kimi böyük yazıçıların əsərlərində də hiss olunur.

AZƏRBAYCAN VƏ DÜNYA UŞAQ ƏDƏBİYYATININ MÜQAYİSƏSİ *(oxşar cəhətlər və fərqliliklər, qloballaşmanın gətirdiyi imkan və problemlər)*

Azərbaycan dilinə tərcümə uşaq ədəbiyyatı

Tərcümə uşaq ədəbiyyatının əsas funksiyası uşaqların oxu mədəniyyətini formalaşdırmaq və onların milli-mənəvi dəyərlərə bağlılığını gücləndirməkdir.

Tərcümə əsərlərində mədəni kontekst, ritm, musiqililik və fantaziya elementləri qorunmalı, dil sadə və anlaşıqlı olmalıdır ki, azyaşlının kitaba, qiraətə marağı artırsın.

Azərbaycan dilinə tərcümə uşaq ədəbiyyatı XXI əsrdə həm milli ədəbi ənənələrin qorunması, həm də dünya uşaq ədəbiyyatının təqdimatı baxımından mühüm rol oynayır. Tərcümə əsərləri uşaqların dil bacarıqlarını, estetik və mənəvi dünyasını inkişaf etdirməklə yanaşı, onların dünyagörüşünü genişləndirir.

Tərcümə prosesi Azərbaycan uşaq ədəbiyyatının inkişafına stimül verir və müəlliflərin yaradıcılığında yeni üslub və mövzu axtarışlarına təkan verir.

Azərbaycan dilinə tərcümə uşaq ədəbiyyatı XXI əsrdə milli və beynəlxalq ədəbiyyatın sintezini təmin edir. Tərcüməçi həm orijinal əsərin ruhunu qoruyur, həm də uşaqlar üçün oxunaqlı və əyləncəli mətn təqdim edir. Bu sahədə fəaliyyət göstərən Əli Nəzmi, Səbinə Əliyeva, Məmməd Orucov, Günel Anarqızı və Zaur Ustac kimi tərcüməçilər əsərlərin keyfiyyətli təqdimatını təmin etmiş, uşaq ədəbiyyatının inkişafına mühüm töhfələr vermişlər.

Əli Nəzmi isveç uşaq yazıçısı Astrid Lindgrenin “Uzuncorab Peppi” və “Kiçik şəhər” əsərlərini Azərbaycan dilinə uğurla tərcümə etmişdir. Onun tərcümələrində orijinal mədəni kontekst qorunmaqla yanaşı, dil sadəliyi və uşaq fantaziyasına uyğun tərz təmin edilmişdir.

Səbinə Əliyeva məşhur italyan uşaq yazıçısı Canni Rodarinin “Şirin balalar” və “Qırmızı top” əsərlərini Azərbaycan dilinə çevirmişdir. Tərcümələrdə ritm və musiqililik qorunmuş, uşaqlar üçün oxunaqlı və əyləncəli mətn formalaşdırılmışdır.

Məmməd Oruc XVIII əsrin görkəmli ingilis yazıçısı Conatan Sviftin “Uçan balıq” əsərini və “Gizli Bağça” xalq nağılını tərcümə etmişdir. Tərcümələrdə obrazların və nağıl motivlərinin qorunmasına xüsusi diqqət yetirilmişdir.

Günel Anarqızı Astrid Lindgren və Canni Rodarinin əsərlərini azərbaycanlı kiçik yaşlı oxucular üçün əlçatan etmişdir. Tərcümələrdə dil sadəliyi və tərbiyəvi məqsəd ön plandadır.

Zaur Ustac daha çox öz əsərləri ilə tanınsa da, uşaqlar üçün nəzərdə tutulmuş “Balaca şairlər” və “Sehrli dünya” kimi layihələrdə tərcümə materialları Z.Ustacın çevirməsi ilə ərsəyə gəlmişdir.

Bəşəri dəyərlərdə oxşarlıqlar

Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı ilə dünya uşaq ədəbiyyatı arasında bir sıra oxşarlıqlar mövcuddur. Bu oxşarlıqlar ilk növbədə uşaqlara xas olan ümumbəşəri dəyərlərin əks etdirilməsi ilə bağlıdır. Ədəbiyyat nümunələrində dostluq, mərhəmət, dürüstlük, əməksevərlik, təbiətə sevgi və valideynə hörmət kimi keyfiyyətlər hər iki mühitdə əsas mövzulardan biridir.

Məsələn, Azərbaycan nağıllarında “qəhrəmanlıq və zəhmətsevərlik” motivləri necə vurğulanırsa, Avropa uşaq nağıllarında da zəhmətkeş qəhrəman uğur qazanır, tənbellər və

hiyləgər personajlar məğlub olur. Bu, uşaqlarda ədalət anlayışının formalaşmasına xidmət edən ümumi ədəbi ənənədir.

Mədəni xüsusiyyətlərdə fərqliliklər

Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı ilə dünya uşaq ədəbiyyatı arasındakı əsas fərqlər milli-mədəni xüsusiyyətlərdən qaynaqlanır.

Milli kimlik və qəhrəmanlıq motivləri – Azərbaycan uşaq ədəbiyyatında vətənpərvərlik, milli birliyə sədaqət, torpaq sevgisi və Qarabağ hadisələri ilə bağlı mövzular geniş yer tutur. Dünya uşaq ədəbiyyatında isə bu dərəcədə güclü milli-vətənpərvərlik xətti nadir hallarda rast gəlinir.

Folklər və ənənəvi motivlər

Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı xalq nağıllarından, dastanlardan, bayatılardan qidalanır. Avropa və Amerika uşaq ədəbiyyatında isə xristian mifologiyası, antik ənənələr və ya müasir urban motivlər daha geniş yayılmışdır.

Sosial mövzular

Qərb uşaq ədəbiyyatında fərdi azadlıqlar, ekoloji problemlər, uşaqların gündəlik psixoloji çətinlikləri daha çox qabardılır. Azərbaycanda isə sosial mövzular daha çox kollektiv maraqlar (ailə, icma və millət) kontekstində təqdim olunur.

Qloballaşma və integrasiya

XXI əsrdə qloballaşma prosesi nəticəsində Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı ilə dünya uşaq ədəbiyyatı arasında qarşılıqlı təsir güclənmişdir. Tərcümələrin artması, beynəlxalq kitab sərgilərində iştirak, uşaq yazarlarının əsərlərinin xarici dillərə çevrilməsi bu integrasiyanın göstəricisidir.

Məsələn,

- Azərbaycan müəlliflərinin əsərləri artıq beynəlxalq platformalarda yayımlanır;
- Dünya uşaq klassikləri – Andersen, Exzüperi, Astrid Lindgren və başqalarının əsərləri Azərbaycan dilinə tərcümə olunaraq məktəblərdə oxunur;
- Qəqəmsal kitab bazarının böyüməsi uşaqların həm milli, həm də beynəlxalq əsərlərlə tanış olmasına şərait yaradır.

Bu prosesin nəticəsində Azərbaycan uşaqları həm milli-mənəvi dəyərləri qoruyur, həm də dünya uşaq ədəbiyyatının ənənələri ilə tanış olaraq qlobal düşüncəyə yiyələnirlər.

Qarşıda duran problemlər və perspektivlər

Müqayisə göstərir ki, Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı dünya miqyasında özünəməxsus mövqeyə malikdir. Lakin bəzi problemlər mövcuddur:

- Tərcümələrin hələ də məhdud olması;
- Rəqəmsal kontent baxımından Qərb uşaq ədəbiyyatından geri qalmaq;
- Uşaq yazıçılarının beynəlxalq mühitdə tanınılmasının zəifliyi.

Perspektivlər ümidvericidir. Dövlət dəstəyi, beynəlxalq əməkdaşlıq və yeni texnologiyaların tətbiqi Azərbaycan uşaq ədəbiyyatını dünya ədəbi prosesində daha görünən edə bilər.

XXI ƏSR AZƏRBAYCAN UŞAQ ƏDƏBİYYATINDA ZAUR USTACIN MÖVQEYİ

VƏ ROLU (*Z.Ustacın yaradıcılığının istiqamətləri, uşaq poeziyasındakı mövzuları, ənənə və müasirlik sintezi, müqayisəli şəkildə dünya uşaq ədəbiyyatı ilə uyğunluqları və fərqləri*)

Müasir uşaq ədəbiyyatında Z.Ustacın mövqeyi

XXI əsr Azərbaycan uşaq ədəbiyyatında Zaur Ustac özünəməxsus üslubu və mövzu seçimi ilə fərqlənir. Onun yaradıcılığı həm milli ənənələrin qorunmasına, həm də müasir dünyanın çağırışlarına cavab verməyə xidmət edir. Ustacın şeirlərində uşaqların təxəyyülünü inkişaf etdirən, onları milli və bəşəri dəyərlərə yönəldən poetik elementlər üstünlük təşkil edir.

Z.USTACIN UŞAQ ƏSƏRLƏRİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

a) Milli-mənəvi dəyərlərin təbliği: uşaq şeirlərində Vətən sevgisi, milli kimlik və ailə dəyərləri mərkəzi mövzu təşkil edir. Bu, azyaşlıların milli şüurunun formalaşmasına mühüm töhfə verir.

b) Təbiət və ekologiya motivləri: Əsərlərində təbiətə sevgi, heyvanlara qayğı və ətraf mühitin qorunması kimi mövzular diqqət çəkir, uşaqlarda ekoloji şüurun inkişafına xidmət edir.

c) Uşağın fəal rolu: Şeirlərdə uşaq qəhrəmanlar yalnız hadisələri izləyən deyil, həm də qərar verən və hərəkət edən fəal surətlər kimi təqdim olunur. Bu, uşaqların özünü ifadə etməsinə, yaradıcı düşüncəsinin inkişafına imkan yaradır.

ç) Dil və poetik üslub: Z.Ustacın dili sadə, ritmik və obrazlıdır; qısa misralar, təkrirlər və metaforik ifadələr uşaqların diqqətini cəlb edir, onların ədəbi-estetik zövqünü inkişaf etdirir.

Ənənə və müasirlik sintezi

Z.Ustacın yaradıcılığı həm klassik xalq ədəbiyyatının motivlərini, həm də müasir dövrün ideyalarını birləşdirir. Onun əsərlərində nağıl və dastan elementləri, folklor üslubu, klassik poetik formalar saxlanılır. Eyni zamanda parallel olaraq texnologiya, sürət və informasiya cəmiyyətinin təsiri, multikulturalizm və qloballaşma ilə bağlı mövzular işlənir.

Bütün bunlar haqq verir deyək ki, Z.Ustac XXI əsr Azərbaycan uşaq ədəbiyyatında ənənəvi və müasir elementlərin harmonik sintezini təmin edən əsas müəlliflərdən biridir.

DÜNYA UŞAQ ƏDƏBİYYATI İLƏ MÜQAYİSƏ

Z.Ustacın əsərləri dünya uşaq ədəbiyyatının müasir tendensiyaları ilə müəyyən dərəcədə uzlaşır. Məsələn,

- Avropa uşaq şeirlərində olduğu kimi, onun əsərlərində də uşağın subyektiv təcrübəsi və daxili dünyası ön plandadır;
- Ekoloji və sosial mövzular dünya uşaq ədəbiyyatında olduğu kimi burada da işlənir.

Lakin milli-mədəni motivlərin önə çıxması Z.Ustacın əsərlərini Azərbaycan kontekstində unikal edir və onları qlobal ədəbi mühitdə fərqləndirir.

Beləliklə, Z.Ustac XXI əsr Azərbaycan uşaq ədəbiyyatında milli-mənəvi dəyərləri qoruyan, uşaqların təxəyyül və yaradıcılıq qabiliyyətlərini inkişaf etdirən, ənənə və müasirliyi uğurla birləşdirən, həm milli, həm də qlobal tendensiyalara cavab verən önəmli uşaq şairi kimi çıxış edir.

Onun yaradıcılığı XXI əsr Azərbaycan uşaq ədəbiyyatının zənginləşməsinə və inkişafına mühüm töhfə vermiş, həmçinin gələcək nəsillər üçün ədəbi nüsxə yaratmışdır.

Tədqiqat göstərir ki, XXI əsr Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı tarixi inkişafın məntiqi davamı olmaqla müasir dövrün çağırışlarını da əks etdirir. Əvvəlki dövrlərin ənənələri qorunaraq yeni mövzular, janrlar, dil və üslub xüsusiyyətləri ilə zənginləşmişdir.

XXI ƏSR UŞAQ ƏDƏBİYYATI AŞAĞIDAKI ƏSAS XÜSUSİYYƏTLƏRLƏ SƏCİYYƏLƏNİR

- **Mövzu müxtəlifliyi:** milli-mənəvi dəyərlər, vətənpərvərlik, təbiət və ekologiya, sülh və tolerantlıq, texnologiya və multikulturalizm kimi mövzular geniş yer tutur.
- **Janr zənginliyi:** şeir, nağıl-povest, dram, poema və multimediyə əsərləri kimi müxtəlif janrlar uşaqların qavrayışına uyğun təqdim olunur.
- **Dil və üslub xüsusiyyətləri:** sadə, ritmik, obrazlı və interaktiv dil uşaqların ədəbi-estetik zövqünü inkişaf etdirir.
- **Ənənə və müasirliyin sintezi:** klassik xalq motivləri və müasir ideyalar harmonik şəkildə birləşdirilir.

NƏTİCƏ

XXI əsr Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı dünya uşaq ədəbiyyatı ilə həm oxşar, həm də fərqli cəhətlərə malikdir. Oxşarlıq ümumbəşəri dəyərlərin təbliğində, fərqlilik isə milli-mədəni və tarixi kontekstdə özünü göstərir. Qloballaşma və rəqəmsallaşma nəticəsində Azərbaycan uşaqları həm milli, həm də qlobal ədəbi mühitlə tanış olur, bu isə onların tərbiyə və

dünyagörüşünün formalaşmasında mühüm rol oynayır.

Z.Ustac kimi müasir uşaq şairləri bu prosesdə xüsusi yer tutur. Onun yaradıcılığı milli və bəşəri dəyərləri qoruyaraq uşaqların təxəyyülünü inkişaf etdirir, ənənə və müasirliyi sintez edir və XXI əsr Azərbaycan uşaq ədəbiyyatının zənginləşməsinə əvəzsiz töhfə verir.

Beləliklə, XXI əsr Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı həm tarixi inkişafın, həm də müasir dövrün tələblərinin harmonik qarışığı kimi qiymətləndirilə bilər. Bu dövr ədəbiyyatı uşaqların mənəvi, intellektual və estetik dünyasının formalaşmasında, milli və global dəyərlərin ötürülməsində mühüm rol oynayır.

Açar sözlər: 21-ci əsr uşaq ədəbiyyatı, tərcümə uşaq ədəbiyyatı, uşaq ədəbiyyatının əsas xüsusiyyətləri, uşaq ədəbiyyatının əsas məqsədi, vətənpərvərlik və milli kimlik mövzusu.

MODERN APPROACHES TO THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF ADHESIVE BOWEL

P.H. Necefguliyeva, F.M. Shirinova
Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

ABSTRACT

Adhesive bowel obstruction is a common and challenging complication following abdominal surgeries, occurring in 20–80% of patients postoperatively. With the rising frequency and complexity of abdominal interventions, the incidence and clinical relevance of postoperative adhesions are increasing. Effective diagnosis and treatment require an integrated and multidisciplinary approach.

Materials and Methods: From 2013 to 2025, 107 patients with adhesive bowel obstruction were managed at the Department of Surgical Diseases II, Azerbaijan Medical University. The study cohort included 67 females and 40 males. Adhesions developed postoperatively in the following cases: appendectomy (34 patients), colorectal surgery (30), gynecological procedures (26), gastric surgery (10), and hernia repairs (7). All patients received conservative treatment initially, including nasogastric decompression, intravenous fluid and electrolyte therapy, and administration of anti-inflammatory, antibacterial, and antispasmodic medications. This approach was successful in 84 cases. In 23 patients who did not respond within 72 hours, surgical intervention was necessary. 14 patients underwent laparoscopic adhesiolysis guided by enteroclysis imaging, while 9 patients with a history of multiple prior laparotomies and significant bowel dilation (>4 cm) underwent open surgery. All surgically treated patients received Wobenzym tablets postoperatively for three months. No recurrence of adhesive obstruction was observed during follow-up.

Results: Laparoscopic adhesiolysis proved to be a less invasive and less traumatic surgical method, significantly reducing recurrence rates and promoting faster postoperative recovery. Key factors in adhesion prevention included minimal tissue trauma, careful hemostasis, and adequate abdominal drainage. Postoperative administration of Wobenzym played an effective role in minimizing future adhesion formation.

Conclusion: A comprehensive approach combining early conservative management, appropriate surgical technique selection, and postoperative enzyme therapy can significantly improve outcomes in patients with adhesive bowel obstruction.

Keywords: Adhesive bowel obstruction, laparoscopic adhesiolysis, conservative treatment, postoperative adhesions, Wobenzym

FİLİSTİN ÇOCUK EDEBİYATINDA ŞARKI VE NİNNİLER**Medine DOĞRU**

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Institute of Social Sciences, Department of Arabic Language and Rhetoric 46040 Onikişubat, Kahramanmaraş

ORCID: 0000-0001-9493-8857**Doç. Dr. Harun ÖZEL**

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Divinity, Department of Arabic Language and Rhetoric, 46040 Onikişubat, Kahramanmaraş

ORCID ID: 0000-0003-2775-5078**ÖZET**

Kökenleri insanlık tarihinin başlangıcına kadar uzanan şarkı ve ninni türleri, Filistin çocuk edebiyatında kendine has yapılarıyla karşımıza çıkmaktadır. Dünyanın farklı bölgelerinde, farklı hayat koşulları altında yaşayan çocukların şarkıları; içinde bulundukları sosyal çevre, kültürel değerler ve coğrafi şartlara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmada Filistin bölgesine ait çocuk şarkıları ve ninnileri tematik açıdan incelenecektir. İnceleme sürecinde, söz konusu eserlerde işlenen temalar tespit edilerek bu temalar üzerinden Filistin çocuk şarkı ve ninnilerinin karakteristik özellikleri ve diğer coğrafyalardaki benzer türlerden farkları ortaya konulacaktır. Şiirin ilk biçimlerinden biri olan şarkı ve ninniler, Filistin bölgesinde çocuklara aktarılmak istenen değerlerin aktarımında bir araç olarak kullanılmıştır. Söz konusu bu iki türün, Siyonistlerin çocuklarını Müslümanlara düşman olarak yetiştirmelerine ve Filistin halkına yönelik uygulamalarına bir tepki olarak gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Filistinliler, şarkı ve ninniler aracılığıyla çocuklarına vatan sevgisini, aidiyet duygusunu ve sorumluluk bilincini aşılamayı amaç edinmişlerdir. İncelenen çocuk şarkıları ve ninnilerde, çocukların anlayabileceği sade bir dilin kullanıldığı görülmekle birlikte, savaşın bir yansıması olarak “şehit”, “kan”, “ölüm”, “bomba”, gibi kelimelere de sıkça yer verildiği dikkat çekmektedir. Bu durum, çocuk edebiyatında kabul gören “çocuğa görelik” ilkesine uygunsuzluğu nedeniyle eleştiriye açık bir durum olarak görülmüştür. Ancak edebiyatın, gerçek hayattan bağımsız düşünülmemeyeceği gerçeği göz önünde bulundurulduğunda, bu eserlerin toplumsal gerçekliğin bir yansıması olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Filistin çocuk şarkı ve ninnilerinde ağırlıklı olarak vatan teması işlenmekle birlikte, her konuda söylenen eserlerde sembolik anlatımların da sıkça kullanıldığı görülmüştür. Yapılan incelemeler sonucunda, Filistin’de tüm zorluklara rağmen varlığını sürdüren bu türlerin zengin içerik ve anlatım özelliklerine sahip olduğu hem geleneksel hem de çağdaş unsurları bünyesinde barındırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Arap Dili ve Belagatı, çocuk edebiyatı, Filistin, ninni, şarkı.

SONGS AND LULLABIES IN PALESTINIAN CHILDREN'S LITERATURE ABSTRACT

Songs and lullabies whose origins trace back to the dawn of human history occupy a distinctive place within Palestinian children's literature through their unique structural and thematic features. Children's songs from different parts of the world vary according to their social environment, cultural values, and geographical conditions. This study offers a thematic analysis of children's songs and lullabies from the Palestinian region. By identifying and classifying the themes addressed in these works, the research aims to reveal the characteristic features of Palestinian children's songs and lullabies and to highlight their differences from similar genres in other regions. As among the earliest forms of poetry, songs and lullabies in Palestine have functioned as a medium for transmitting moral and cultural values to children. It has been determined that these two genres developed partly as a reaction to the Zionists' efforts to raise their children with hostility toward Muslims and to their oppressive practices against the Palestinian people. Through songs and lullabies, Palestinians have sought to instill in their children a sense of patriotism, belonging, and responsibility. Although a simple and accessible language appropriate to children's comprehension prevails in these works, words such as martyr, blood, death, and bomb frequently appear as reflections of the ongoing war. This phenomenon has been viewed as problematic with regard to the pedagogical principle of "child-centeredness," widely accepted in children's literature. Nevertheless, considering that literature cannot be isolated from real life, these works should be regarded as reflections of social and historical reality. While the dominant theme in Palestinian children's songs and lullabies is love of homeland, symbolic expressions are also frequently employed across a variety of topics. The findings of this study indicate that, despite all hardships, these genres have continued to exist in Palestine, exhibiting both rich thematic content and expressive power while integrating traditional and contemporary elements within their structure.

Keywords: Arabic Language and Rhetoric, children's literature, Palestine, lullaby, song.

İNGİLİS DİLİNDƏN ALINMALARIN AZƏRBAYCAN DİLİNƏ DAXİL OLMA YOLLARI

Mənsurə Nurəliyeva

AMEA akad Z.M.Bünyadov adına
Şərqşünaslıq İnstitutunun dissertantı

Xülasə

Açar sözlər: lüğət tərkibi, alınma söz, Azərbaycan dili , İngilis dili,alınmaların daxilolma yolları

Azərbaycanın müstəqilliyi, Qərb dövlətləri içərisində ölkəmizin mövqeyi, iqtisadiyyatın, mədəniyyətin və informasiyanın inkişafı , dillərin qarşılıqlı əlaqələrinin genişlənməsi, müxtəlif dillərdə istifadə olunan yeni alınma sözlərin dilimizə daxil olmasına şərait yaratdı. Sonda, dilin lüğət tərkibində xüsusi bir lay təşkil edən alınmalar sistemi yaranır.Elmin bir sıra sahələrində - informatika maliyyə, iqtisadiyyat, hərbi , tibb, humanitar və s. elmlər sahəsində dilə daxil olan yeniliklər,dilimizin lüğət tərkibinə təsirsiz ötürə bilməzdi. Müxtəlif sistemli dillərdə terminoloji alınmaların daxil olma yolları, əsasən, bir dildən digərinə sözlərin və terminlərin keçməsi nəticəsində baş verir.Dil ictimai bir hadisədir və o, cəmiyyətlə birlikdə yaşayır və inkişaf edir.İctimai-iqtisadi, siyasi əlaqələrin dəyişməsi, elm, texnika və mədəniyyət sahəsində arasıkəsilməyən yeniliklərin yaranması ilə əlaqədar olaraq, dildə yeni-yeni sözlər meydana gəlir. Dilin lüğətində daimi bir dəyişmə, artma və zənginləşmə prosesi gedir. Azərbaycan dilinin lüğət tərkibi,öz daxili imkanlarından əlavə alınmalar hesabına inkişaf edir. İngilis dillərindən alınmış terminlər Azərbaycan dilinin terminoloji sisteminə daxil olur , dilimizin zənginləşməsinə təsir edir.Aşağıda İngilis dilindən verilən misallarda sözlərin bir hissəsi informasiya texnologiyaları, xüsusən də kompüter və internetdən istifadə ilə bağlıdır.Məsələn: **Adaptation** - Adaptasiya, uyğunlaşma.**Address Book** - Ünvanlar kitabı.**Administrator** - Layihələşdirmə, instalyasiya. **Android** - insanabənzər robot. **Aypəd** – İnternetə fərdi qoşulma. **Antiviral** — Antiviruslu. **Antivirus** = Anti-Virus— Antivirus proqram və ya əlavə.**Brauzer** – Hipertekst məlumatlarını axtarmaq və ya oxumaq üçün proqram. **Brand** — Əmtəə nişanı; ticarət nişanı. **Conference** — Konfrans (İnternet xidməti).**Adaptation Layer** — Uyğunlaşma qatı (təbəqəsi). **Adaptec** — Adaptec kompaniyası - aparat təminatı istehsalçısı. **Anonymous** — **Anonim** (istifadəçi). **Asscmblar** Asscmblar, maşın-yönümlü proqram dili.

Azərbaycan dilinə daxil olan alınma terminlərin tədqiq edilməsi, sistemləşdirilməsi terminoloji lüğətlərin tərtibi baxımından aktualıq kəsb edir.

WAYS IN WHICH LOANWORDS FROM ENGLISH ENTERED THE AZERBAIJANI LANGUAGE

ABSTRACT

Keywords: vocabulary composition, loanword, Azerbaijani language, English language, ways of entering loanwords

The independence of Azerbaijan, our country's position among Western countries, the development of the economy, culture, and information, and the expansion of mutual relations between languages have created conditions for new loanwords used in various languages to enter our language. In the end, a system of borrowings is formed that forms a special layer in the vocabulary of the language. Innovations introduced into the language in a number of fields of science - computer science, finance, economics, military, medicine, humanitarian, etc. sciences could not pass without affecting the vocabulary of our language. The ways in which terminological borrowings enter languages of different systems occur mainly as a result of the transfer of words and terms from one language to another. Language is a social phenomenon and it lives and develops together with society. New words appear in the language due to changes in socio-economic and political relations, and the emergence of continuous innovations in the fields of science, technology and culture. The vocabulary of the language is constantly changing, growing and enriching. The vocabulary of the Azerbaijani language is developing due to additional borrowings from its own internal capabilities. Terms borrowed from English languages enter the terminological system of the Azerbaijani language, affecting the enrichment of our language. In the examples given below from English, some of the words are related to the use of information technologies, especially computers and the Internet. For example: **Adaptation** - Adaptation, adaptation. **Address Book** - Address book. **Administrator** - Design, installation. **Android** - humanoid robot. **iPad** - Personal connection to the Internet. **Antiviral** - With antivirus. **Antivirus** = Anti-Virus - Antivirus program or add-on. **Browser** - A program for searching or reading hypertext information. **Brand** - Trademark; trademark. **Conference** - Conference (Internet service). **Adaptation Layer** - Adaptation layer (layer). **Adaptec** - Adaptec company - hardware manufacturer. **Anonymous** - Anonymous (user). **Assembler** Assembler, a machine-oriented programming language.

The study and systematization of borrowed terms entering the Azerbaijani language is relevant in terms of compiling terminological dictionaries.

DESIGN, SYNTHESIS, AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF (1E,4E)-1,5-BIS(5-METHYLFURAN-2-YL) PENTA-1,4-DIEN-3-ONE OXIME

E. Vildan BURGAZ

Eastern Mediterranean University, Faculty of Pharmacy, Famagusta, North Cyprus, Mersin 10, Turkey

ORCID: 0000-0003-3245-5934

Mahya Tanha

Eastern Mediterranean University, Faculty of Pharmacy, Famagusta, North Cyprus, Mersin 10, Turkey

ORCID: 0000-0001-5822-5366

Seyed Armin Houshmand Kia

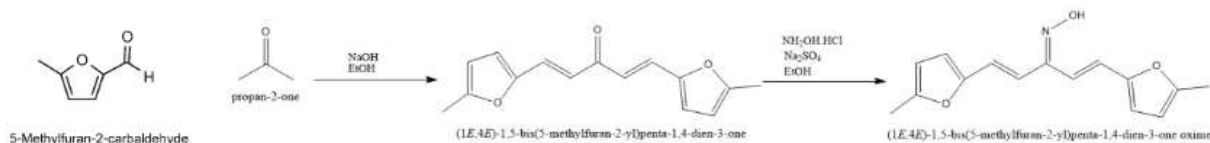
Eastern Mediterranean University, Faculty of Pharmacy, Famagusta, North Cyprus

International Final University, Faculty of Pharmacy, Kyrenia, North Cyprus, Mersin 10, Turkey

ORCID: 0000-0002-4468-8703

ABSTRACT

Curcumin, a bioactive polyphenol derived from *Curcuma longa*, exhibits potent antioxidant, anti-inflammatory, and anticancer effects but suffers from poor stability and limited bioavailability in vivo. To address these limitations, we designed a novel analog via three structural modifications: (i) replacing the β -diketone with a mono-ketone core, (ii) substituting phenolic rings with methyl-furan moieties, and (iii) introducing an oxime ($-C=NOH$) functionality. These changes were intended to enhance stability, polarity, and interaction potential while modulating activity profiles. The target compound, (1E,4E)-1,5-bis(5-methylfuran-2-yl)penta-1,4-dien-3-one oxime, was synthesized in a two-step sequence: Claisen–Schmidt condensation followed by oximation using hydroxylamine hydrochloride. The purified product's structure was confirmed via IR, ^1H -NMR, ^{13}C -NMR, and mass spectrometry. The rational modifications enhance chemical robustness and aqueous compatibility and may shift the biological theme from classical antioxidant toward antimicrobial or cytotoxic activity. This compound enriches the 1,4-pentadien-3-one oxime family and provides a promising scaffold for subsequent biological evaluation. Furthermore, computational docking studies may be conducted to explore molecular interactions with microbial and cancer-associated enzyme targets. Such insights could guide optimization toward selective bioactivity and contribute to the rational design of next generation curcumin-derived therapeutics with improved pharmacological profiles and translational potential.



Keywords: 1,4-Pentadien-3-one, oxime, furan derivative, curcumin analog, SAR, synthesis

EPIGENETİK İLAÇLARIN (EPI-DRUGS) YENİ HEDEFLERİ**Dr.Öğr.Üyesi Tuğçe YAŞAR KÜÇÜK**Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Medicine, Department of Medical Genetics, 04000 Merkez,
Ağrı**ORCID ID: 0000-0002-0092-1032****ÖZET**

Epigenetik, DNA diziliminde herhangi bir değişiklik olmaksızın gen ekspresyonunun düzenlenmesini sağlayan, dinamik ve geri dönüşümlü bir mekanizma olarak son yıllarda biyomedikal araştırmaların odak noktası hâline gelmiştir. DNA metilasyonu, histon modifikasyonları, kromatin yeniden şekillenmesi ve kodlamayan RNA'ların düzenleyici etkileri; hücre farklılaşması, embriyonik gelişim, çevresel adaptasyon ve hastalık patogeneğinde önemli rol oynamaktadır. Bu mekanizmaların bozulması, kanserden nörolojik hastalıklara kadar pek çok kompleks hastalığın temelinde yer almakta ve bu durum epigenetik düzenleyicilerin tedavi hedefi olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır. Epigenetik ilaçlar (epi-drugs), genetik mutasyonları düzeltmeden gen ekspresyon modellerini yeniden şekillendirerek hücresel işlevlerin normale dönmesine katkı sağlar. İlk kuşak epigenetik ilaçlar DNA metiltransferaz (DNMT) ve histon deasetilaz (HDAC) inhibitörleri ile sınırlı iken, günümüzde bromodomain ve ekstra-terminal domain (BET) inhibitörleri, histon metiltransferaz (HMT), histon demetilaz (HDM) ve histon asetiltransferaz (HAT) modülatörleri gibi yeni hedeflere yönelik ilaçlar geliştirilmiştir. Ayrıca, epigenetik düzenleyicilerin bağışıklık sistemi hücreleri üzerindeki etkilerinin anlaşılması, immünoterapilerle kombinasyon potansiyelini ortaya koymaktadır. Son dönemde yapay zekâ destekli ilaç tasarımı, yüksek çözünürlüklü epigenom haritalama ve CRISPR-dCas9 tabanlı epigenetik düzenleme yaklaşımları, kişiye özgü tedavi protokollerinin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu gelişmeler, epigenetik ilaçların yalnızca kanser değil, aynı zamanda metabolik, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklarda da yeni ufuklar açabileceğini göstermektedir. Bu derlemede, epigenetik ilaçların güncel hedefleri, etki mekanizmaları ve gelecekteki terapötik potansiyelleri literatür verileri ışığında tartışılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Epigenetik, CRISPR, DNA metilasyonu, histon modifikasyonu**NEW TARGETS FOR EPIGENETIC DRUGS (EPI-DRUGS)****ABSTRACT**

Epigenetics has become a focal point of biomedical research in recent years as a dynamic and reversible mechanism that regulates gene expression without any changes in DNA sequence. DNA methylation, histone modifications, chromatin remodeling, and the regulatory effects of

non-coding RNAs play important roles in cell differentiation, embryonic development, environmental adaptation, and disease pathogenesis. The disruption of these mechanisms underlies many complex diseases, ranging from cancer to neurological disorders, leading to the consideration of epigenetic regulators as therapeutic targets. Epigenetic drugs (epi-drugs) contribute to the restoration of normal cellular function by reshaping gene expression patterns without correcting genetic mutations. While first-generation epigenetic drugs were limited to DNA methyltransferase (DNMT) and histone deacetylase (HDAC) inhibitors, drugs targeting new targets such as bromodomain and extra-terminal domain (BET) inhibitors, histone methyltransferase (HMT), histone demethylase (HDM), and histone acetyltransferase (HAT) modulators. Furthermore, understanding the effects of epigenetic regulators on immune system cells reveals their potential for combination with immunotherapies. In recent years, AI-assisted drug design, high-resolution epigenome mapping, and CRISPR-dCas9-based epigenetic regulation approaches have enabled the development of personalized treatment protocols. These developments suggest that epigenetic drugs may open new horizons not only in cancer but also in metabolic, cardiovascular, and neurodegenerative diseases. This review discusses the current targets, mechanisms of action, and future therapeutic potential of epigenetic drugs in light of the literature data.

Keywords: Epigenetics, CRISPR, DNA methylation, histone modification

1. INTRODUCTION

Epigenetic modifications together with genetic mutations determine the physical characteristics of tumor cells. DNA methylation silences tumor suppressor genes, while histone modifications activate oncogenes, contributing to uncontrolled cell proliferation and cancer development. The genome develops tumor-friendly conditions through abnormal methylation patterns of CpG islands, which turn off essential growth control genes. The epigenetic modifications display an essential characteristic because they occur independently from DNA sequence mutations. They possess the ability to reverse. Therefore, epigenetic mechanisms are considered attractive targets for cancer therapy due to their “writable” or “erasable” properties (Gibney&Nolan, 2010).

The epigenetic therapy is founded on the reversibility principle: histone or DNA methylation modifications can be reversed towards normal levels by drug treatments. DNMTi (also hypomethylation drugs) were the first to achieve success in this area. Azacitidine and decitabine are DNMTi drugs, while azacitidine and decitabine are DNMTis that have triggered cell death

and differentiation through the reversal of aberrant methylation in blood cells, particularly in high-risk acute myeloid leukemia (AML) and myelodysplastic syndrome (MDS) patients (Niemeyer et al., 2021). Similarly, vorinostat (SAHA), a histone deacetylase inhibitor (HDACi), was first approved in 2006 for the treatment of cutaneous T-cell lymphoma; followed by romidepsin, belinostat, and panobinostat entering clinical practice for lymphoma and multiple myeloma treatment (Mann et al., 2007). The clinical efficacy of these compounds validated the importance of pharmacological targeting of epigenetic regulators.

Conversely, epigenetic dysregulation is seen not just in hematological malignancies but also in a range of solid tumors (Oehme et al., 2009). For example, widespread expression of HDAC enzymes is associated with poor prognosis in ovarian, endometrial, gastric, and nervous system tumors. Similarly, hyperactivation of the EZH2 enzyme, a component of the Polycomb complex, possesses the potential to induce aberrant silencing of genes and promote tumorigenesis in various solid tumors. Such observations have reinforced the belief that cancer can be thwarted through drug-mediated inhibition of DNMT, HDAC, and other epigenetic enzymes. Indeed, DNMT inhibitors, HDAC inhibitors, and, more recently still, a histone methyltransferase (EZH2) inhibitor have been approved by the U.S. Food and Drug Administration (FDA) for the treatment of certain cancers (Short&Kantarjian, 2022).

New targets and use strategies for epigenetic drugs have arisen in the last few years. The identification of the role of mutations of epigenetic enzymes such as DNMT3A and TET2 in the pathogenesis of leukemia has enabled study towards a cure that can correct these diseases. Furthermore, the use of epigenetic drugs in combination with immunotherapy and chemotherapy can provide scope for producing an increased anti-tumor action in cancer cells. During the remainder of this review, molecular and genetic effects of epigenetic drugs will be described; new target genes and combinations of treatment will be discussed with examples from both preclinical and clinical studies.

2. MATERIAL AND METHODS

This review was conducted based on the literature search strategy. First, 2015-2025 published scientific articles were searched through PubMed, Web of Science, and Google Scholar databases. During searching, keywords such as "epigenetic therapy," "DNMT inhibitors," "HDAC inhibitors," "EZH2 inhibitor," "BET inhibitor," and "combination therapy" were used. The selected literature includes review articles, original research articles, preclinical (cell culture and animal model) research, and clinical study reports. The literature was specifically

on recent advances in the field of epigenetic cancer treatment made in the last 5–10 years; molecular activity studies of inhibitors of DNA methyltransferase and histone modification enzymes, target genes, and co-administration with other therapy agents were studied in detail. The outcomes gained were classified on the basis of their themes (e.g., activities of DNMT inhibitors, effects of HDAC inhibitors, new targets, combination strategies, etc.) and tabulated and discussed under the respective subheadings in this review. References are given at the end of the text as per the American Psychological Association (APA) style.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Epigenetic drugs represent one of the most innovative cancer therapies in recent years by enabling the modulation of gene expression without causing permanent DNA damage. This search, initiated with DNMT and HDAC inhibitors, has been complemented now with new drug candidates against methyltransferases such as EZH2, BET proteins, and other epigenetic regulators. As discussed in our review, drugs such as azacitidine, decitabine, vorinostat, and tazemetostat are already being used for various cancers or are in clinical trials. The molecular action of these drugs can be summarized as reducing DNA methylation, altering histone modification patterns, and ultimately causing differentiation and apoptosis of cancer cells (Laranjeira et al., 2023). Nevertheless, cancer biology complexity does not always allow epigenetic drugs to exert their intended action alone. For example, when an epigenetic pathway is targeted, tumor cells can develop escape mechanisms by activating alternative pathways (such as HDAC2 mutations or loss of DNMT1). Combination therapies will therefore be key to cracking the epigenetic code of cancer.

In short, epigenetic drugs have created new possibilities in cancer treatment. DNMTi and HDACi drugs, which are a part of clinical practice now, particularly in hematological malignancies, have now opened the door to solid tumors. Identification of novel targets such as EZH2 and DNMT3A and identification of drugs that target these targets have expanded our therapeutic options. Perhaps the most valuable contribution of epigenetic therapies is their potential to bypass treatment resistance acquired in cancer. Even if these drugs cannot themselves deliver the "knockout blow," they can re-sensitize tumor cells and make them vulnerable to other treatments. Epigenetic drugs are therefore poised to join the permanent membership of combination regimens of the future. The results of the ongoing trials in the following years and newly designed agents will increasingly decrease uncertainties in this area and define the place of epigenetic therapies in oncology. The ultimate goal is to improve

survival and quality of life in cancer patients by introducing epigenomic medicine into routine patient-specific therapy planning.

4. CONCLUSIONS

Drugs belonging to the category of epigenetic therapy have expanded their purpose, which initially began with the utilization of DNA methyltransferase (DNMT) and histone deacetylase (HDAC) inhibitors, to the next-generation compounds targeting the histone methyltransferases such as BET proteins and EZH2. Epigenetic drugs hold the ability to reverse epigenetic marks, re-establish expression of silenced tumor suppressor genes, and silence oncogenic signals. Synergies of epigenetic drugs (e.g., DNMTi, HDACi, and more recently developed EZH2 inhibitors) with chemotherapy, radiotherapy, or immunotherapy are synergistic in resistance. Particularly, the approval of tazemetostat, an EZH2 inhibitor, and the enthusiasm for highly mutated epigenetic regulatory genes such as DNMT3A have enabled new personalized combination therapy in epigenetic therapy. Advances in this field highlight the need for further studies aimed at determining optimal combination regimens and discovering new epigenetic targets.

REFERENCES

- Gibney, E. R., & Nolan, C. M. (2010). Epigenetics and gene expression. *Heredity*, 105(1), 4–13. <https://doi.org/10.1038/hdy.2010.54>
- Laranjeira, A. B. A., Hollingshead, M. G., Nguyen, D., Kinders, R. J., Doroshow, J. H., & Yang, S. X. (2023). DNA damage, demethylation and anticancer activity of DNA methyltransferase (DNMT) inhibitors. *Scientific Reports*, 13(1), 5964. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32509-4>
- Mann, B. S., Johnson, J. R., Cohen, M. H., Justice, R., & Pazdur, R. (2007). FDA approval summary: Vorinostat for treatment of advanced primary cutaneous T-cell lymphoma. *The Oncologist*, 12(10), 1247–1252. <https://doi.org/10.1634/theoncologist.12-10-1247>
- Niemeyer, C. M., et al. (2021). Response to upfront azacitidine in juvenile myelomonocytic leukemia in the AZA-JMML-001 trial, (in eng). *Blood Advances*, 5(14), 2901–2908. <https://doi.org/10.1182/bloodadvances.2020004144>
- Oehme, I., et al. (2009). Histone deacetylase 8 in neuroblastoma tumorigenesis, (in eng). *Clinical Cancer Research*, 15(1), 91–99. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.Ccr-08-0684>
- Short, N. J., & Kantarjian, H. (2022). Hypomethylating agents for the treatment of myelodysplastic syndromes and acute myeloid leukemia: Past discoveries and future directions, (in eng). *American Journal of Hematology*, 97(12), 1616–1626. <https://doi.org/10.1002/ajh.26667>

TÜMÖR MİKROBİYOMU VE KANSER GENETİĞİ ETKİLEŞİMİ**Dr.Öğr.Üyesi Tuğçe YAŞAR KÜÇÜK**Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Medicine, Department of Medical Genetics, 04000 Merkez,
Ağrı**ORCID ID: 0000-0002-0092-1032****ÖZET**

Son yıllarda yapılan çalışmalar, insan mikrobiyotasının yalnızca sindirim ve bağışıklık sistemiyle değil, kanser gelişimiyle de genetik ve epigenetik düzeyde etkileşim halinde olduğunu göstermektedir. Özellikle bağırsak ve tümör mikrobiyotası, konak hücre genomunun bütünlüğünü ve gen ekspresyon örüntüsünü etkileyerek karsinogenezde aktif rol oynamaktadır. Mikrobiyom dengesizliği (disbiyozis), DNA hasarı, mutasyon birikimi ve mikrosatellit instabilitesi (MSI) gibi olayların tetiklenmesine aracılık eder. Örneğin *Fusobacterium nucleatum* ve *pks⁺ Escherichia coli* gibi bakteriler, toksinleri aracılığıyla DNA tamir sistemlerini (MSH2, MSH6, MLH1) baskılayarak genetik instabilite oluşturabilir. Ayrıca *Helicobacter pylori* enfeksiyonunun, mide mukozasında IGF2, SLC16A2 ve SOX11 gibi genlerde hipermetilasyon birikimi meydana getirerek epigenetik yeniden programlamaya neden olduğu gösterilmiştir. Buna karşın, bazı faydalı mikroorganizmalar ve onların ürettiği postbiyotik metabolitler (örneğin kısa zincirli yağ asitleri, özellikle bütirat) tümör baskılayıcı genleri yeniden aktive ederek antikanser etki gösterebilir. Bütiratın histon deasetilaz (HDAC) inhibitörü olarak görev yapması, hücre döngüsünü durduran ve apoptozu artıran genlerin ekspresyonunu kolaylaştırır. Dolayısıyla mikrobiyota, bir yandan karsinogenezde promotör (tetikleyici), diğer yandan koruyucu bir unsur olarak işlev görebilir. Bu derleme, insan ve hayvan çalışmaları ışığında mikrobiyomun kanser genetiği üzerindeki etkilerini; DNA metilasyonu, mikrosatellit instabilitesi ve onkogen aktivasyonu ekseninde değerlendirmektedir. Bulgular, mikrobiyota–genom etkileşiminin hem kanserin başlangıcında hem de tedavi yanıtında belirleyici olabileceğini göstermektedir. Mikrobiyota temelli yeni tanı ve tedavi stratejileri, gelecekte kanser yönetiminde kişiselleştirilmiş tıp anlayışını destekleyebilecek güçlü bir potansiyel taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Mikrobiyom, kanser genetiği, epigenetik**TUMOR MICROBIOME AND CANCER GENETICS INTERACTION
ABSTRACT**

Recent studies have shown that the human microbiome interacts with the digestive and immune systems as well as with cancer development at both genetic and epigenetic levels. In particular, the gut and tumor microbiomes play an active role in cancer formation by affecting the integrity

of the host cell genome and changing how genes are expressed. An imbalance in the microbiome, known as dysbiosis, triggers events like DNA damage, the buildup of mutations, and microsatellite instability (MSI). For example, bacteria such as *Fusobacterium nucleatum* and *pks*⁺ *Escherichia coli* can cause genetic instability by suppressing DNA repair systems (MSH2, MSH6, MLH1) with their toxins. Additionally, studies show that *Helicobacter pylori* infection causes epigenetic changes by increasing hypermethylation in genes like IGF2, SLC16A2, and SOX11 in the gastric mucosa. In contrast, some helpful microorganisms and the postbiotic metabolites they produce, such as short-chain fatty acids, especially butyrate, may have anticancer effects by reactivating tumor suppressor genes. Butyrate acts as a histone deacetylase inhibitor, which helps express genes that stop the cell cycle and promote apoptosis. Therefore, the microbiota can act as both a trigger for cancer and a protective factor. This review looks at how the microbiome affects cancer genetics based on human and animal studies, focusing on DNA methylation, microsatellite instability, and oncogene activation. The findings suggest that interactions between microbiota and the genome may be crucial in the development of cancer and in how well treatments work. New diagnostic and therapeutic strategies based on microbiota show great promise for supporting personalized medicine in cancer treatment in the future.

Keywords: Microbiome, cancer genetics, epigenetics

1. INTRODUCTION

Cancer is a highly diverse disease caused by genetic mutations, cell problems, and changes in the surrounding environment. The link between microbes and cancer has been recognized for a long time. For instance, in 1911, researchers identified the role of the Rous sarcoma virus and later the Epstein-Barr virus (EBV) in lymphoma development. In 1983, Warren and Marshall showed how *Helicobacter pylori* affects stomach cancer. However, this perspective, which used to focus only on specific pathogens, is changing today. Recent studies have shown the important role of the human microbiome, especially the tumor microbiome, in cancer development and progression. Tumor microbiome is a term applied to the collective of microorganisms such as bacteria, viruses, and fungi that inhabit in and on the tumor tissue and potentially useful at every level of cancer biology (Battaglia et al., 2024).

There are also dramatic examples of microbiome-cancer genetics interactions in the literature. For example, genotoxins from certain gut bacteria can directly act on the genome of cancerous cells. Colibactin toxin, which is synthesized by the *pks* gene carried by *Escherichia coli*, was

reported to cause somatic mutations in target cells as substitution and indel (insertion/deletion) in base pairs (Xiong et al., 2025).

Microbial communities in the human body, known as microbiota, especially the gut microbiota, are becoming an important environmental factor in cancer development. While cancer genetics has usually focused on inherited mutations and changes in genes, the effects that environmental factors, particularly microorganisms, can have on the host genome are getting more attention. In fact, in certain types of cancer, like colorectal cancer (CRC), most sporadic cases are associated with environmental and lifestyle factors. Research also shows that disruptions in the gut microbiota may contribute to this process (Lynch & Pedersen, 2016).

The microbiota has several ways to cause genetic mutations and epigenetic changes in host cells. For instance, some gut bacteria can directly damage DNA by producing toxins. They can also speed up the buildup of mutations by impairing the DNA repair systems in host cells. Additionally, long-term microbial infections and substances from microorganisms can change how host cell genes are expressed at the epigenetic level through DNA methylation, histone modifications, and microRNAs (Barrett et al., 2020). These interactions may lead to the activation of oncogene pathways or the silencing of tumor suppressor genes. With the MMR network weakened in this way, spontaneous somatic mutations quickly build up throughout the genome in cells. The error rate rises, especially in microsatellite sequences made up of repeats of 1 to 4 bases (Maddocks et al., 2018).

In short, the interaction of cancer genetics and the tumor microbiome offers a groundbreaking perspective in understanding cancer pathogenesis and emerging new treatment approaches. Emerging research in the post-2018 literature elaborated on the role of the microbiome in cancer development and therapeutic responses, while setting the foundation for the development of microbiota-derived biomarkers (e.g., microbial signatures associated with tumor) and personalized microbe-targeting therapies.

2. MATERIAL AND METHODS

This study is a literature review. It examines current scientific publications on the topic and gathers findings at the intersection of microbiota and cancer genetics. We searched the PubMed, Web of Science, and Scopus databases using keywords like “microbiome and cancer,” “DNA methylation and bacteria,” “microsatellite instability microbiota,” and “probiotic cancer gene expression” to find human and animal studies published between 2018 and 2025. The selected articles include clinical studies, in vivo animal experiments, and molecular studies at the cell

culture level. We summarized the findings of each study while referencing their original sources and organized them according to the subheadings of the review. This method presents the current understanding of the interaction between the microbiome and cancer genetics in a narrative review format.

3. RESULTS AND DISCUSSION

It has been shown that microorganisms, especially harmful or pro-inflammatory types, can speed up mutation formation in the host cell genome. Some aggressive bacteria found in the colon target the host cell DNA repair systems, which causes genomic instability. For instance, the EspF toxin released by enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) bacteria lowers the levels of MSH2 and MLH1 (Maddocks et al., 2018). With the MMR network weakened this way, spontaneous somatic mutations quickly build up throughout the genome in cells. The error rate rises, especially in microsatellite sequences made of repeats of 1 to 4 bases (Kane et al., 1997). Significant microsatellite instability (MSI) has been found in cells interacting with EPEC. Extra somatic mutations have also been noted in tumor suppressor genes like APC and P53 because of MMR defects. Another aspect of microbial-induced mutational pressure is the direct production of harmful molecules by bacteria. Some strains that colonize the gut have metabolites that damage cellular DNA. Colibactin, made by certain *E. coli* strains, is one example. This molecule can cause double-strand breaks and base alkylations in DNA. Additionally, it has been suggested that cancer-related pathogens work together to increase their effects. In mouse models, studies have shown that colibactin from *pks*⁺ *E. coli*, when given with the toxin fragilisin from the enterotoxigenic *Bacteroides fragilis* (ETBF) strain, causes significant DNA damage and an inflammatory response in colon epithelial cells (Dejea et al., 2018). This combined effect shows that having multiple bacterial species at the same time can speed up cancer formation.

Microorganisms not only raise the mutation rate but can also directly activate oncogenic signaling pathways. Research shows that some bacteria linked to tumors trigger pathways that promote cancer cell growth by binding to receptors or adhesion molecules on cell surfaces. For instance, *Peptostreptococcus stomatis*, an oral bacterium, can activate the ERBB2 (HER2)/MAPK oncogenic signal through integrin $\alpha 6/\beta 4$ in colorectal tumor cells. This activation can even lead to resistance against certain targeted therapies. Similarly, *Parvimonas micra* improves the Wnt/ β -catenin pathway and Th17-type immune responses in the tumor microenvironment.

Another way microorganisms influence host cell gene expression is through epigenetic regulation. Long-term infections or exposure to microbial products can trigger epigenetic changes that permanently modify gene activity in the cell nucleus. One of the most well-known modifications is DNA methylation. In cancer development, the silencing of tumor suppressor genes due to abnormal methylation of specific gene promoter regions in the genome is a common occurrence. Research shows that some bacterial infections can lead to this kind of epigenetic change. For example, *Helicobacter pylori*, a major risk factor for stomach cancer, causes chronic infection in the stomach lining, leading to increased hypermethylation in various genes. Abnormal increases in methylation have been found in the promoter regions of genes like IGF2, SLC16A2, SOX11, P2RX7, and MYOD1, which are linked to *H. pylori* infection. Epigenetic changes in gastric biopsies from infected individuals are linked to the development of gastric cancers that later show the CpG island methylation phenotype (CIMP). The levels of gene methylation in the presence of *H. pylori* are significantly higher than in uninfected individuals of the same age. The study also found that the level of *H. pylori* infection is positively correlated with the degree of DNA methylation in gastric mucosal cells. These findings support the idea that bacterial infection can create an epigenetic “priming” environment even in healthy tissue. This may lead to future cancer development.

Given the effects of the microbiome on cancer, probiotics, known as friendly bacteria, and postbiotics, the helpful substances they produce, are important for cancer prevention and treatment support. Probiotic microorganisms can fight harmful germs and balance the gut environment. They can also directly influence host cell signaling and gene expression. Research shows that some probiotic bacteria activate molecular pathways that slow down growth and increase cell death in tumor cells. For example, probiotics from the *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* genera can cause cell death by blocking growth-supporting signaling pathways like NF- κ B and mTOR in gastric cancer and colorectal cancer cell lines (Baldwin et al., 2010).

Although using probiotic or postbiotic treatments as additional therapy in cancer is still being developed, early data is promising. It is believed that postbiotics like butyrate or specific probiotic blends may improve the effectiveness of standard treatments such as chemotherapy and immunotherapy. In fact, some researchers suggest using probiotic-based plans alongside anticancer chemotherapy and are preparing clinical trials to explore this further. In recent years, more advanced microbiota modulation strategies such as fecal microbiota transplantation (FMT) have also begun to be discussed in the field of oncology. The idea behind these strategies

is to change both the immune system and the signaling pathways leading to cancer cells in a way that will positively affect the course of the disease by introducing “beneficial” microbial communities. In recent years, more effective microbiota modulation strategies, such as fecal microbiota transplantation (FMT), have started to gain attention in oncology. These strategies aim to alter the immune system and the signaling pathways that lead to cancer cells. The goal is to positively influence the disease's progression by introducing beneficial microbial communities.

4. CONCLUSIONS

The role of gut and tumor microbiota in cancer development has been clearly shown through genetic and epigenetic mechanisms. Studies in both humans and animals indicate that an imbalance in microbiota can cause tumor formation by changing DNA methylation patterns and resulting in microsatellite instability. For instance, substances from microbiota can produce genotoxins and metabolites that interfere with DNA repair mechanisms by causing hypermethylation of tumor suppressor genes like MLH1, which leads to the accumulation of mutations. On the other hand, global DNA hypomethylation can boost oncogene expression by reactivating transposons. As a result, changes in microbiota caused by dysbiosis affect cancer development through epigenetic changes and genomic instability, becoming an important factor in tumor biology. We need to deepen our understanding of this complex interaction. Further research should aim to create new personalized treatments using microbiota modulation strategies, like probiotic applications or fecal microbiota transplantation.

REFERENCES

- Baldwin C., Millette M., Oth D., Ruiz M.T., Luquet F.M., Lacroix M. Probiotic *Lactobacillus acidophilus* and *L. casei* mix sensitize colorectal tumoral cells to 5-fluorouracil-induced apoptosis. *Nutr. Cancer*. 2010;62:371–378. doi: 10.1080/01635580903407197.
- Barrett, M., Hand, C. K., Shanahan, F., Murphy, T., & O'Toole, P. W. (2020). Mutagenesis by microbe: The role of the microbiota in shaping the cancer genome. *Trends in Cancer*, 6(4), 277–287. <https://doi.org/10.1016/j.trecan.2020.01.012>
- Battaglia TW, Mimpfen IL, Traets JJH, van Hoeck A, Zevenijn LJ, Geurts BS, et al. A pan-cancer analysis of the Microbiome in metastatic cancer. *Cell*. 2024;187(9):2324–e3519.
- Dejea, C. M., Fathi, P., Craig, J. M., Boleij, A., Taddese, R., Geis, A. L., Wu, X., DeStefano Shields, C. E., Hechenbleikner, E. M., Huso, D. L., et al. (2018). Patients with familial adenomatous polyposis harbor colonic biofilms containing tumorigenic bacteria. *Science*, 359(6375), 592–597. <https://doi.org/10.1126/science.aah3648>
- Kane, M. F., Loda, M., Gaida, G. M., Lipman, J., Mishra, R., Goldman, H., Jessup, J. M., & Kolodner, R. (1997). Methylation of the *hMLH1* promoter correlates with lack of expression of *hMLH1* in sporadic colon tumors and mismatch repair-defective human tumor cell lines. *Cancer Research*, 57(5), 808–811.
- Lynch, S. V., & Pedersen, O. (2016). The human intestinal microbiome in health and disease. *The New England Journal of Medicine*, 375(24), 2369–2379. <https://doi.org/10.1056/NEJMr1600266>



Maddocks, O. D., Scanlon, K. M., & Donnenberg, M. S. (2018). An *Escherichia coli* effector protein promotes host mutation via depletion of DNA mismatch repair proteins. *mBio*, 9(1), e00152–13.

<https://doi.org/10.1128/mBio.00152-13>

Xiong X, Zheng LW, Ding Y, Chen YF, Cai YW, Wang LP, Huang L, Liu CC, Shao ZM, Yu KD, et al: Breast cancer: Pathogenesis and treatments. *Signal Transduct Target Ther*. 10:492025.

MİKROBİYOTA VE RADYOTERAPİ/KEMOTERAPİ DUYARLILIĞI: MEKANİZMALAR VE KLİNİK YANSIMALAR

Dr. Öğr. Üyesi Elif AYDIN

Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Medicine, 04000, Ağrı, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-0877-453X

Doç. Dr. Ayşe KOÇAK SEZGİN

Kütahya Health Sciences University, Faculty of Medicine, 43020, Kütahya, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-1510-2937

ÖZET

Mikrobiyota, insan vücudunda başta bağırsak olmak üzere deride, ağızda ve ürogenital sistemde yaşayan, konakla karşılıklı etkileşim halinde bulunan mikroorganizma topluluğudur. Son kanıtlar, mikrobiyal toplulukların radyoterapi (RT) ve kemoterapi (KMT) etkinliği ile toksisiteyi çok katmanlı mekanizmalar üzerinden belirgin biçimde etkileyebildiğini göstermektedir. 2015–2025 arasında yayımlanan klinik ve prelinik çalışmalar; PubMed/Web of Science taramalarıyla seçilerek mikrobiyotanın RT ve KMT duyarlılığına etkileri açısından değerlendirildi. Dahil etme ölçütleri; mekanizma (hipoksi, DNA onarımı, immün modülasyon), klinik sonuçlar (yanıt, toksisite) ve kanser türü çeşitliliği (rektum, baş-boyun, akciğer, serviks, pankreas) oldu. Bağırsak–tümör ekseninde kısa zincirli yağ asitleri (bütiirat, propiyonat) ve inosin gibi metabolitler dendritik hücre olgunlaşmasını, CD8⁺ T-hücresi infiltrasyonunu ve immünojenik hücre ölümünü artırarak radyosensitizasyonu desteklemektedir. Buna karşılık, mikrobiyal β -glukuronidaz irinotekanın toksik yeniden aktivasyonunu tetikler; *Fusobacterium nucleatum* 5-FU direncini güçlendirir; intratümör *Gammaproteobacteria* gemcitabini inaktive eder. Mikrobiyal kompozisyon hipoksi düzenlenmesi, oksidatif hasarın fiksasyonu ve DNA onarım yolları üzerinden RT yanıtını da şekillendirir. Klinik ve prelinik örnekler; probiyotikler, prebiyotik/diyet düzenlemeleri, fekal mikrobiyota transplantasyonu (FMT), hedefe yönelik antibiyotikler ve mikrobiyal enzim inhibitörlerinin hem etkinliği artırma hem de toksisiteyi azaltma potansiyelini destekler. Ancak hasta heterojenliği, suş-özellik etkiler, çalışma tasarımlarındaki farklılıklar ve uzun dönem güvenlik belirsizlikleri standardizasyonu sınırlamaktadır. Mikrobiyota, RT/KMT duyarlılığının öngörülmesi ve artırılması ile tedaviye bağlı toksisitelerin azaltılmasında güçlü bir biyobelirteç ve müdahale hedefi olarak konumlanmaktadır. Kişiselleştirilmiş mikrobiyota profillemesi ve mekanizmaya özgü müdahalelerin (ör. β -glukuronidaz inhibitörleri, patobiyotik hedeflemesi, metabolit takviyeleri) prospektif, randomize çalışmalarda test edilmesi; onkolojik tedavilerde terapötik pencereyi genişletme potansiyeline sahiptir.

Anahtar kelimeler: Mikrobiyota, radyoterapi, kemoterapi, radyoduyarlılık.

**MICROBIOTA AND RADIOTHERAPY/CHEMOTHERAPY SENSITIVITY:
MECHANISMS AND CLINICAL IMPLICATIONS**

ABSTRACT

The microbiota is the community of microorganisms that inhabit the human body primarily the gut but also the skin, oral cavity, and urogenital tract and interact bidirectionally with the host. Emerging evidence shows that microbial communities can markedly influence the efficacy and toxicity of radiotherapy (RT) and chemotherapy (CT) through multilayered mechanisms. Clinical and preclinical studies published between 2015 and 2025 were selected via PubMed/Web of Science searches and evaluated for the impact of the microbiota on RT and CT sensitivity. Inclusion criteria covered mechanisms (hypoxia, DNA repair, immune modulation), clinical outcomes (response, toxicity), and diversity of cancer types (rectal, head and neck, lung, cervical, pancreatic). Along the gut–tumor axis, microbial metabolites such as short-chain fatty acids (butyrate, propionate) and inosine promote dendritic cell maturation, CD8⁺ T-cell infiltration, and immunogenic cell death, thereby supporting radiosensitization. Conversely, microbial β -glucuronidase triggers toxic reactivation of irinotecan; *Fusobacterium nucleatum* enhances 5-FU resistance; and intratumoral *Gammaproteobacteria* inactivate gemcitabine. Microbial composition also shapes RT response via regulation of hypoxia, fixation of oxidative damage, and DNA repair pathways. Clinical and preclinical examples support the translational potential of probiotics, prebiotic/dietary interventions, fecal microbiota transplantation (FMT), targeted antibiotics, and microbial enzyme inhibitors to both enhance efficacy and reduce toxicity. However, patient heterogeneity, strain-specific effects, study design differences, and long-term safety uncertainties limit standardization. The microbiota thus emerges as a strong biomarker and interventional target for predicting and increasing RT/CT sensitivity while mitigating treatment-related toxicities. Prospective, randomized trials testing personalized microbiota profiling and mechanism-specific interventions (e.g., β -glucuronidase inhibitors, patobiont targeting, metabolite supplementation) may expand the therapeutic window in oncology.

Keywords: Microbiota, radiotherapy, chemotherapy, radiosensitivity.

1. INTRODUCTION

The microbiota has emerged as an important modulator of tumor development and treatment response in oncology. The human gut microbiota can shape host immune functions and

inflammatory responses, thereby influencing the efficacy and toxicity profiles of cancer therapies (Liu et al., 2021). Although radiotherapy (RT) and chemotherapy (CT) are cornerstones of cancer treatment, patient-to-patient variability in therapeutic response and adverse effects is considerable (Bentzen & Overgaard, 1998; Andreassen & Alsner, 2009). Recent studies suggest that the patient's microbial composition may contribute to this heterogeneity (Wang et al., 2015; Mitra et al., 2020). The antitumor effects and treatment-related toxicities of RT depend in part on whether the tumor microenvironment is "hot" (rich in immune-cell infiltration) or "cold" (devoid of robust immune activity), and the gut microbiota can shape the immune activity of this microenvironment. Indeed, growing evidence links the gut microbiota to both the efficacy of cancer treatments and the adverse effects they induce (Baskar et al., 2014; Kareva, 2019). Treatment–microbiota interactions are bidirectional: antineoplastic therapies (RT/CT) can disrupt microbial homeostasis, and the resulting microbial changes can, in turn, affect therapeutic efficacy and patient tolerance (Toucheffeu et al., 2014; Riquelme et al., 2019). For example, RT can induce dysbiosis and compromise mucosal integrity, triggering inflammation, whereas a healthy microbiota may preserve immune homeostasis and improve responses to RT. Similarly, certain gut bacteria can metabolize chemotherapeutic agents, activating or inactivating drugs, or modulate host gene expression and immune responses to alter treatment sensitivity (Liu et al., 2021). In sum, leveraging microbiota modulation to enhance cancer therapy efficacy while mitigating toxicity represents a promising and rapidly evolving area of research. This review will examine how the microbiota influences sensitivity to RT and CT from multiple perspectives—DNA repair mechanisms, oxidative stress and hypoxia regulation, immune modulation, and the inflammatory tumor microenvironment. It will also assess the impact of gut and tumor microbiota on treatment response and toxicity, and evaluate interventions such as probiotics, fecal microbiota transplantation (FMT), and dietary modification. Clinical implications across diverse cancer types will be highlighted, culminating in a discussion of the microbiota as a novel target to enhance RT/CT sensitivity.

2. MATERIAL AND METHODS

A literature search was conducted for this review covering publications from 2015 to 2025. Searches were performed in PubMed, Web of Science, and similar international indexes using keywords such as "microbiota/microbiome," "radiotherapy," "chemotherapy," "radiosensitivity," "chemosensitivity," "radiation toxicity," "DNA repair and the microbiota,"

and “immune modulation, hypoxia, inflammation. Both preclinical (cell culture and animal models) and clinical human studies were included. We prioritized review articles, clinical studies, in vivo experiments, and mechanistic investigations from the past decade to compile evidence on microbiota–RT/KMT interactions. In addition to the gut microbiota, findings on the tumor microbiota (microorganisms within tumor tissue) were also evaluated. The structure of this review is designed to systematically present and discuss evidence that supports the hypotheses outlined in the introduction and, ultimately, to propose recommendations.

3. RESULTS AND DISCUSSION

While tumor cells are the primary targets during radiotherapy (RT), pelvic and abdominal RT can adversely affect the gut microbiota and lead to dysbiosis (Nam et al., 2013; Jang et al., 2020). When ionizing radiation damages the intestinal epithelial barrier and thins the mucus layer, bacterial translocation may occur that is, bacteria and their toxins can enter the circulation and trigger inflammatory responses (Pandey et al., 2015; Zhang et al., 2017). Conversely, dysbiosis induced by radiation or other factors can alter local and systemic immune responses, thereby influencing how both tumors and normal tissues respond to radiation (Van Vliet et al., 2020). The effects of the microbiota on RT are bidirectional: RT can disturb microbial homeostasis (e.g., reducing microbial diversity) and predispose to radiation enteritis, while the perturbed microbiota can in turn modify RT efficacy and toxicity (Ding et al., 2020). Indeed, in a clinical study of patients receiving pelvic RT, post-treatment gut microbial composition was markedly reshaped, overall bacterial diversity declined, and several beneficial taxa were suppressed (Manichanh et al., 2008; Demers et al., 2014). Notably, higher microbial diversity and a balanced microbiota have been reported to confer partial protection against RT-related gastrointestinal side effects.

The gut microbiota is a key determinant of host immune responses, which play a critical role in tumor responses to RT. Tumors characterized as “hot,” with abundant immune-cell infiltration (particularly cytotoxic T cells), tend to respond better to radiotherapy. Through metabolites and immune-stimulatory cues, the microbiota can polarize the tumor microenvironment toward “hot” or “cold” states (Baskar et al., 2014; Uribe-Herranz et al., 2020). For example, a healthy microbiota produces short-chain fatty acids (SCFAs) that support dendritic cell maturation and effector T-cell activity, thereby amplifying the RT-induced immune response. Microbial metabolites are especially noteworthy: acetate, butyrate, and propionate influence regulatory T-cell balance and inflammation in the gut and can also alter gene expression within the tumor

via epigenetic mechanisms (Grootaert et al., 2011; Korecka et al., 2013). In a clinically relevant recent study, propionic acid produced by *Bacteroides fragilis* enhanced the efficacy of RT combined with immunotherapy in colorectal cancer. Propionate inhibited histone deacetylases and increased H3K14 acetylation, which activated the CXCR6/CCL5 axis in tumors and promoted greater CD8⁺ T-cell infiltration (Yu et al., 2025). Consequently, tumor control and survival improved in MSS (microsatellite-stable) colorectal cancer models treated with RT plus immunotherapy. These findings suggest that microbiota-derived metabolites can potentiate the antitumor effects of RT—via epigenetic regulation impacting hypoxia and DNA-damage repair (Yu et al., 2025).

The fundamental mechanism of radiotherapy is to induce DNA double-strand breaks and oxidative damage in tumor cells. The microbiota can indirectly affect host DNA repair capacity and oxidative-stress responses. Certain bacterial metabolites (e.g., butyrate) function as epigenetic regulators that alter cellular gene expression and the regulation of DNA-repair genes (Luu et al., 2019; Qiu et al., 2022; Then et al., 2024). Moreover, a pro-inflammatory microbiota may heighten tissue damage from radiation by increasing reactive oxygen species (ROS) and depleting antioxidant defenses through chronic inflammation. By contrast, beneficial bacteria such as *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* can reinforce the intestinal barrier and modulate signaling pathways like NF- κ B, thereby limiting radiation-induced apoptosis or accelerating repair of damaged tissues (Egan et al., 2004; Van Vliet et al., 2010). Hypoxic regions within solid tumors contribute to radioresistance because oxygen helps to “fix” radiation-induced DNA lesions (without oxygen, damage remains repairable). Although microbiota–hypoxia interactions are not fully elucidated, intratumoral bacteria may affect local oxygen consumption via their metabolic activities, and the microbiota may indirectly modulate tumor angiogenesis by shaping host metabolism. Some anaerobes proliferate better under hypoxia, and their presence can further depress oxygen gradients within tumors, potentially fostering RT resistance in those regions. Conversely, anaerobic spore-forming bacteria such as *Clostridium* can colonize hypoxic tumor zones, inspiring experimental strategies that deliver these bacteria to target hypoxic cells. In summary, although the microbiota’s interplay with hypoxia and DNA-repair pathways is multifaceted and not yet fully defined, current evidence suggests that maintaining microbial balance may increase radiosensitivity. Notably, in a preclinical study, partial modulation of the gut microbiota with vancomycin (targeting Gram-positive bacteria) significantly enhanced RT’s antitumor efficacy in mice, an effect linked to improved tumor-

antigen presentation and augmented CD8⁺ T-cell responses (Uribe-Herranz et al., 2020). Intriguingly, suppression of Gram-positive bacteria shifted the hypoxia–immunity balance in the tumor microenvironment in favor of therapy, yielding greater tumor growth inhibition even in models typically less responsive to RT (Uribe-Herranz et al., 2020; Sun et al., 2025). These observations indicate that specific microbial subsets (e.g., certain Gram-positive commensals) may adversely influence tumor radiosensitivity and that microbiota modulation could be a viable therapeutic strategy.

The microbiota also profoundly influences the biotransformation, pharmacokinetics, and host responses to chemotherapeutic agents. Chemotherapy–microbiota interactions unfold along multiple axes: gut bacteria can enzymatically convert drugs into active or inactive metabolites; alter intestinal absorption and hence bioavailability; reprogram host cellular responses by modulating gene expression; shape innate and adaptive immunity and thus affect efficacy and toxicity; contribute microbial metabolites such as vitamins and SCFAs that modify pharmacodynamic responses; and sequester drugs intracellularly (bioaccumulation), thereby changing free circulating drug levels and clinical effects (Ervin et al., 2019; Fu et al., 2021; Lindell et al., 2022). Among agents widely used for solid tumors such as colorectal cancer, 5-fluorouracil (5-FU) is one of the most extensively studied in terms of microbiota interactions. Pathological studies have shown that *Fusobacterium nucleatum*—an anaerobe of oral and intestinal origin frequently detected in colorectal tumor tissue—can promote resistance to 5-FU. In cancer cells exposed to *F. nucleatum*, activation of TLR4 on the bacterial surface triggers NF- κ B signaling, leading to overproduction of anti-apoptotic proteins such as BIRC3. As a result, the cytotoxic effect of 5-FU is blunted and tumor cells become more chemoresistant. Both in vitro and in vivo models have correlated *F. nucleatum* abundance with 5-FU resistance, and this effect has been linked to *Fn*-mediated upregulation of BIRC3. Clinically, tumor samples from advanced colorectal cancer patients who experienced post-treatment relapse contained significantly higher *F. nucleatum* loads than those from patients with complete responses. Accordingly, *F. nucleatum* and its downstream signals (e.g., BIRC3) have been proposed as therapeutic targets to mitigate 5-FU resistance (Zhang et al., 2019). Conversely, 5-FU can itself reshape the microbiota—for example, selecting for niches that detoxify or resist the drug. Monitoring tumor and gut microbiota profiles in patients treated with 5-FU may help identify individuals at risk for resistance and inform adjunctive microbiota-targeted strategies (e.g., antimicrobial or probiotic support).

Cisplatin, a platinum-based chemotherapeutic, is a first-line therapy for many cancers. The microbiota can modulate both its antitumor activity and toxicity. Preclinical studies demonstrate that broad-spectrum antibiotic suppression of the gut microbiota can diminish cisplatin's antitumor efficacy. Tumors in antibiotic-treated, dysbiotic mice become less sensitive to cisplatin (i.e., acquire drug resistance), whereas restoration of a normal microbiota can re-sensitize tumors to cisplatin. This suggests that in the absence of a healthy microbiota, cisplatin may not achieve its full effect, likely because microbiota-derived immune cues complement the drug's cytotoxic activity against tumor cells (Chambers et al., 2022). Cisplatin's toxicity profile is also microbiota-dependent: it commonly causes nausea, vomiting, nephrotoxicity, hepatotoxicity, and mucositis. In mouse models, dysbiosis has been associated with exacerbated cisplatin-induced liver and intestinal injury, presumably due to increased endotoxin burden and pro-inflammatory cytokines amplifying tissue damage (Gong et al., 2021). Conversely, probiotic supplementation with beneficial bacteria can attenuate cisplatin toxicity. For instance, *Lactobacillus rhamnosus* reduced small-intestinal mucositis and inflammatory injury in cisplatin-treated mice, likely by reinforcing the intestinal barrier and rebalancing local immune responses (Alsholi et al., 2023). Similarly, the microbiota-derived metabolite β -hydroxybutyrate (a ketone body related to SCFA metabolism) alleviated kidney injury and corrected drug-induced dysbiosis in cisplatin-treated animals (Tian et al., 2024). In sum, the microbiota exerts bidirectional control over cisplatin's efficacy and toxicity: beneficial microbial signals can enhance both effectiveness and tolerability, whereas harmful/dysbiotic states can blunt efficacy and exacerbate side effects. Thus, microbiota-supportive approaches such as probiotic or prebiotic strategies may offer dual benefits in patients receiving cisplatin by improving tumor responses and managing adverse effects.

4. Conclusions

In light of current literature, the microbiota is emerging as both a novel target and a key determinant in cancer therapy. Gut and tumor microbiota influence sensitivity to radiotherapy and chemotherapy through fundamental processes including hypoxia regulation, DNA repair, immune modulation, and shaping of the inflammatory microenvironment. Findings from both preclinical animal models and human clinical studies indicate that a rich, balanced microbial ecosystem can enhance therapeutic efficacy while improving toxicity profiles. Interventions aimed at the microbiota such as probiotic supplementation, prebiotic/dietary modification, or fecal microbiota transplantation are not panaceas, yet when individualized they are promising

adjuvants that may improve cancer treatment outcomes. The dual objective of microbiota manipulation is to render tumors more treatment sensitive (radiosensitization, chemosensitization) while enabling patients to complete therapy with fewer adverse effects thereby widening the therapeutic window to achieve greater benefit with less harm. Naturally, stronger evidence is needed before microbiota-targeted approaches become routine. Numerous clinical trials are underway or planned, and more definitive guidance is expected over the next 5–10 years. If expectations are met, oncologists may soon consider microbiota profiles alongside stage and histology, and “microbiome oncology” could emerge as a discipline in which microbiome data are discussed with genomic results in multidisciplinary tumor boards. In sum, the microbiota our planet’s “invisible organ” offers a new lens for oncologic care. We are moving from a paradigm of microorganism-agnostic cancer therapy to one that collaborates with the microbial world. With this partnership, the microbiota may become an integral component of cancer treatment, enabling more personalized, effective, and safer protocols for chemotherapy and radiotherapy, ultimately improving survival and quality of life. Progress, however, must proceed with scientific rigor and due attention to ethics and safety.

REFERENCES

- Alsholi, D. M., Yacoub, G. S., Rehman, A. U., Ullah, H., Khan, A. I., Deng, T., ... & Xin, Y. (2023). *Lactobacillus rhamnosus* attenuates cisplatin-induced intestinal mucositis in mice via modulating the gut microbiota and improving intestinal inflammation. *Pathogens*, 12(11), 1340.
- Andreassen, C. N., & Alsner, J. (2009). Genetic variants and normal tissue toxicity after radiotherapy: a systematic review. *Radiotherapy and oncology*, 92(3), 299-309.
- Baskar, R., Dai, J., Wenlong, N., Yeo, R., & Yeoh, K. W. (2014). Biological response of cancer cells to radiation treatment. *Frontiers in molecular biosciences*, 1, 24.
- Bentzen, S. M., & Overgaard, J. (1994, April). Patient-to-patient variability in the expression of radiation-induced normal tissue injury. In *Seminars in radiation oncology* (Vol. 4, No. 2, pp. 68-80). WB Saunders.
- Chambers, L. M., Esakov Rhoades, E. L., Bharti, R., Braley, C., Tewari, S., Trestan, L., ... & Reizes, O. (2022). Disruption of the gut microbiota confers cisplatin resistance in epithelial ovarian cancer. *Cancer research*, 82(24), 4654-4669.
- Demers, M., Dagnault, A., & Desjardins, J. (2014). A randomized double-blind controlled trial: impact of probiotics on diarrhea in patients treated with pelvic radiation. *Clinical nutrition*, 33(5), 761-767.
- Ding, X., Li, Q., Li, P., Chen, X., Xiang, L., Bi, L., ... & Zhang, F. (2020). Fecal microbiota transplantation: A promising treatment for radiation enteritis?. *Radiotherapy and Oncology*, 143, 12-18.
- Egan, L. J., Eckmann, L., Greten, F. R., Chae, S., Li, Z. W., Myhre, G. M., ... & Kagnoff, M. F. (2004). I κ B-kinase β -dependent NF- κ B activation provides radioprotection to the intestinal epithelium. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(8), 2452-2457.
- Ervin, S. M., Hanley, R. P., Lim, L., Walton, W. G., Pearce, K. H., Bhatt, A. P., ... & Redinbo, M. R. (2019). Targeting regorafenib-induced toxicity through inhibition of gut microbial β -glucuronidases. *ACS chemical biology*, 14(12), 2737-2744.

- Fu, C., Yang, Z., Yu, J., & Wei, M. (2021). The interaction between gut microbiome and anti-tumor drug therapy. *American Journal of Cancer Research*, 11(12), 5812.
- Gong, S., Feng, Y., Zeng, Y., Zhang, H., Pan, M., He, F., ... & Chen, X. (2021). Gut microbiota accelerates cisplatin-induced acute liver injury associated with robust inflammation and oxidative stress in mice. *Journal of translational medicine*, 19(1), 147.
- Grootaert, C., Van de Wiele, T., Van Roosbroeck, I., Possemiers, S., Vercoutter-Edouart, A. S., Verstraete, W., ... & Vanhoecke, B. (2011). Bacterial monocultures, propionate, butyrate and H₂O₂ modulate the expression, secretion and structure of the fasting-induced adipose factor in gut epithelial cell lines. *Environmental microbiology*, 13(7), 1778-1789.
- Jang, B. S., Chang, J. H., Chie, E. K., Kim, K., Park, J. W., Kim, M. J., ... & Kim, H. J. (2020). Gut microbiome composition is associated with a pathologic response after preoperative chemoradiation in patients with rectal cancer. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics*, 107(4), 736-746.
- Kareva, I. (2019). Metabolism and gut microbiota in cancer immunoediting, CD8/Treg ratios, immune cell homeostasis, and cancer (immuno) therapy: concise review. *Stem Cells*, 37(10), 1273-1280.
- Korecka, A., De Wouters, T., Cultrone, A., Lapaque, N., Pettersson, S., Doré, J., ... & Arulampalam, V. (2013). ANGPTL4 expression induced by butyrate and rosiglitazone in human intestinal epithelial cells utilizes independent pathways. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 304(11), G1025-G1037.
- Lindell, A. E., Zimmermann-Kogadeeva, M., & Patil, K. R. (2022). Multimodal interactions of drugs, natural compounds and pollutants with the gut microbiota. *Nature Reviews Microbiology*, 20(7), 431-443.
- Liu, J., Liu, C., & Yue, J. (2021). Radiotherapy and the gut microbiome: facts and fiction. *Radiation Oncology*, 16(1), 9.
- Luu, M., Pautz, S., Kohl, V., Singh, R., Romero, R., Lucas, S., ... & Visekruna, A. (2019). The short-chain fatty acid pentanoate suppresses autoimmunity by modulating the metabolic-epigenetic crosstalk in lymphocytes. *Nature communications*, 10(1), 760.
- Manichanh, C., Varela, E., Martinez, C., Antolin, M., Llopis, M., Doré, J., ... & Malagelada, J. R. (2008). The gut microbiota predispose to the pathophysiology of acute postradiotherapy diarrhea. *Official journal of the American College of Gastroenterology| ACG*, 103(7), 1754-1761.
- Mitra, A., Biegert, G. W. G., Delgado, A. Y., Karpins, T. V., Solley, T. N., Mezzari, M. P., ... & Klopp, A. H. (2020). Microbial diversity and composition is associated with patient-reported toxicity during chemoradiation therapy for cervical cancer. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics*, 107(1), 163-171.
- Nam, Y. D., Kim, H. J., Seo, J. G., Kang, S. W., & Bae, J. W. (2013). Impact of pelvic radiotherapy on gut microbiota of gynecological cancer patients revealed by massive pyrosequencing. *PloS one*, 8(12), e82659.
- Pandey, K., Naik, S., & Vakil, B. (2015). Probiotics, prebiotics and synbiotics-a review. *Journal of food science and technology*, 52(12), 7577-7587.
- Qiu, Z., Zhu, Z., Liu, X., Chen, B., Yin, H., Gu, C., ... & Li, W. (2022). A dysregulated sebum-microbial metabolite-IL-33 axis initiates skin inflammation in atopic dermatitis. *Journal of Experimental Medicine*, 219(10), e20212397.
- Riquelme, E., Zhang, Y., Zhang, L., Montiel, M., Zoltan, M., Dong, W., ... & McAllister, F. (2019). Tumor microbiome diversity and composition influence pancreatic cancer outcomes. *Cell*, 178(4), 795-806.
- Sun, J., Song, S., Liu, J., Chen, F., Li, X., & Wu, G. (2025). Gut microbiota as a new target for anticancer therapy: from mechanism to means of regulation. *npj Biofilms and Microbiomes*, 11(1), 43.
- Then, C. K., Paillas, S., Moomin, A., Misheva, M. D., Moir, R. A., Hay, S. M., ... & Kiltie, A. E. (2024). Dietary fibre supplementation enhances radiotherapy tumour control and alleviates intestinal radiation toxicity. *Microbiome*, 12(1), 89.

- Tian, R., Wang, X., Tang, S., Zhao, L., Hao, Y., Li, R., & Zhou, X. (2024). Gut microbiota mediates the protective effects of β -hydroxybutyrate against cisplatin-induced acute kidney injury. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 175, 116752.
- Touchefeu, Y., Montassier, E., Nieman, K., Gastinne, T., Potel, G., Bruley des Varannes, S., ... & de La Cochetière, M. (2014). Systematic review: the role of the gut microbiota in chemotherapy-or radiation-induced gastrointestinal mucositis—current evidence and potential clinical applications. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 40(5), 409-421.
- Uribe-Herranz, M., Rafail, S., Beghi, S., Gil-de-Gómez, L., Verginadis, I., Bittinger, K., ... & Facciabene, A. (2020). Gut microbiota modulate dendritic cell antigen presentation and radiotherapy-induced antitumor immune response. *The Journal of clinical investigation*, 130(1), 466-479.
- Van Vliet, M. J., Harmsen, H. J., de Bont, E. S., & Tissing, W. J. (2010). The role of intestinal microbiota in the development and severity of chemotherapy-induced mucositis. *PLoS pathogens*, 6(5), e1000879.
- Wang, A., Ling, Z., Yang, Z., Kiela, P. R., Wang, T., Wang, C., ... & Wang, J. (2015). Gut microbial dysbiosis may predict diarrhea and fatigue in patients undergoing pelvic cancer radiotherapy: a pilot study. *PloS one*, 10(5), e0126312.
- Yu, L., Guo, Q., Gu, X., Wang, Z., Li, J., Wang, X., ... & Ding, Y. (2025). Impact of gut microbiome on radiotherapy and immunotherapy efficacy in microsatellite-stable colorectal cancer: role of propionic acid and *B. fragilis*: Cellular and Molecular Biology. *British Journal of Cancer*, 1-14.
- Zhang, M., Sun, K., Wu, Y., Yang, Y., Tso, P., & Wu, Z. (2017). Interactions between intestinal microbiota and host immune response in inflammatory bowel disease. *Frontiers in immunology*, 8, 942.
- Zhang, S., Yang, Y., Weng, W., Guo, B., Cai, G., Ma, Y., & Cai, S. (2019). *Fusobacterium nucleatum* promotes chemoresistance to 5-fluorouracil by upregulation of BIRC3 expression in colorectal cancer. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, 38(1), 14.

AKKERMANSIA MUCINIPHILA VE İMMÜNÖTERAPİ YANITI: BİYOBELİRTEÇ POTANSİYELİ VE MÜDAHALE YAKLAŞIMLARI

Dr. Öğr. Üyesi Elif AYDIN

Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Medicine, 04000, Ağrı, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-0877-453X

Doç. Dr. Ayşe KOÇAK SEZGİN

Kütahya Health Sciences University, Faculty of Medicine, 43020, Kütahya, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-1510-2937

ÖZET

Akkermansia muciniphila, bağırsak mukus tabakasında yaşayan, mukini parçalayan ve *Verrucomicrobia* filumuna ait kommensal bir bakteridir. Bariyer bütünlüğünü, konak metabolizmasını ve konak bağışıklığını modüle eden etkileri nedeniyle onkoloji alanında giderek daha fazla ilgi çekmektedir. 2015–2025 döneminde yayımlanan klinik ve preklinik çalışmalar sistematik olarak taranarak *A. muciniphila*'nın immün kontrol noktası inhibitörleri (ICI; özellikle PD-1/PD-L1) yanıtıyla ilişkisi değerlendirildi. Dahil etme ölçütleri; fekal ve tümör dokuda *A. muciniphila* varlığı/bolluğu, objektif yanıt, sağkalım ve deneysel nedensellik kanıtları (FMT, oral takviye) oldu. NSCLC ve metastatik melanomda fekal *A. muciniphila* bolluğu daha yüksek objektif yanıt ve uzamış sağkalımla ilişkilidir; bu sinyal PD-L1 düşük tümörlü hastalarda dahi öngörü değeri taşımaktadır. Preklinikte, yanıt veren hastalardan FMT tümör büyümesini yavaşlatırken, yanıt almayan mikrobiyotaya sahip modellerde oral *A. muciniphila* takviyesi anti-PD-1 etkinliğini geri kazandırmıştır. Mekanistik olarak, bağırsak bariyerinin güçlenmesi, kısa zincirli yağ asitleri ve inosin gibi metabolitlerin dendritik hücre olgunlaşması/CD8⁺ T-hücre infiltrasyonunu artırması ve immünojenik hücre ölümünü kolaylaştırması öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, 2025'te NSCLC tümör dokusunda *A. muciniphila* varlığının PD-L1 düşük alt grupta daha kısa PFS ile ilişkilendirilebildiği bildirilmiş; antibiyotik kullanımı ve mikrobiyal ekosistem dengesizliği gibi bağlamsal etkenlerin sonuçları tersine çevirebileceği vurgulanmıştır. *A. muciniphila*, immünoterapi yanıtının öngörülmesi için umut verici bir biyobelirteç ve müdahale hedefidir. FMT, probiyotik/postbiyotik formülasyonlar ve diyetle dayalı modülasyon gibi stratejiler klinik etkinliği artırma ve toksisiteyi azaltma potansiyeli taşır; ancak bağlam-bağımlı etkiler nedeniyle hasta seçimi, dozaj/biçim standardizasyonu ve prospektif, randomize çalışmalarla doğrulama gereklidir.

Anahtar kelimeler: *Akkermansia muciniphila*, mikrobiyota, postbiyotik, immünoterapi

**AKKERMANSIA MUCINIPHILA and IMMUNOTHERAPY RESPONSE:
BIOMARKER POTENTIAL AND INTERVENTION APPROACHES****ABSTRACT**

Akkermansia muciniphila is a commensal bacterium of the phylum Verrucomicrobia that resides in the intestinal mucus layer and degrades mucin. Owing to its capacity to modulate barrier integrity, host metabolism, and immunity, it is attracting increasing interest in oncology. We systematically reviewed clinical and preclinical studies published between 2015 and 2025 to evaluate the association between *A. muciniphila* and responses to immune checkpoint inhibitors (ICIs), particularly PD-1/PD-L1 blockade. Inclusion criteria encompassed the presence/abundance of *A. muciniphila* in fecal and tumor samples, objective response, survival outcomes, and experimental evidence of causality (e.g., fecal microbiota transplantation [FMT], oral supplementation). In non-small cell lung cancer (NSCLC) and metastatic melanoma, higher fecal *A. muciniphila* abundance correlates with increased objective response rates and prolonged survival, with predictive value evident even in tumors with low PD-L1 expression. Preclinically, FMT from responders slows tumor growth, whereas oral *A. muciniphila* supplementation restores anti-PD-1 efficacy in models colonized with nonresponder microbiota. Proposed mechanisms include reinforcement of the gut barrier; metabolite-driven immune modulation by short-chain fatty acids and inosine that promotes dendritic cell maturation, CD8⁺ T-cell infiltration, and immunogenic cell death. Notably, a 2025 NSCLC study reported that intratumoral *A. muciniphila* may be associated with shorter progression-free survival in the PD-L1-low subgroup, highlighting context dependence (e.g., antibiotic exposure, dysbiosis) that can reverse expected outcomes. Overall, *A. muciniphila* is a promising biomarker and interventional target for predicting and enhancing ICI response. Strategies such as FMT, probiotic/postbiotic formulations, and diet-based modulation hold potential to improve efficacy and reduce toxicity; however, patient selection, dosing/format standardization, and confirmation in prospective randomized trials are required.

Keywords: *Akkermansia muciniphila*, microbiota, postbiotic, immunotherapy

1. INTRODUCTION

In cancer immunotherapy, immune checkpoint inhibitors (ICI) can provide durable tumor control in advanced malignancies. However, only about 20–40% of patients achieve lasting responses, and many develop primary or acquired resistance (Lei et al., 2025). Because existing biomarkers such as PD-L1 expression may be insufficient to predict ICI benefit, new predictors

are needed (Derosa et al., 2022). In recent years, the trillions of microorganisms that make up the gut microbiota have emerged as a key player in tumor immunology. By producing metabolites such as short-chain fatty acids and bile acids, the microbiota can shape host immune responses and remodel the tumor microenvironment (Lei et al., 2025). Indeed, specific microbial compositions have been linked both to cancer development and to immunotherapy outcomes. This suggests that the microbiota could serve as both a biomarker and a therapeutic target (Wang et al., 2023).

Early clues that the gut microbiota modulates ICI efficacy came from 2015 mouse studies showing that certain bacteria (e.g., *Bifidobacterium*, *Bacteroides fragilis*) can potentiate anti-PD-1/CTLA-4 therapies (Derosa et al., 2021). In 2018, two Science papers demonstrated that pre-treatment fecal microbiota profiles in metastatic melanoma and NSCLC patients correlated with ICI response (Gopalakrishnan et al., 2018; Routy et al., 2018). Building on these milestones, clinical findings have shown that fecal microbiota transplantation (FMT) may induce responses in otherwise resistant patients, and that microbial metabolites (e.g., inosine) can enhance the effectiveness of cellular therapies (Ogretmen, 2018; Yang & Cong, 2021). Current research is increasingly leveraging multi-omic approaches and dissecting metabolic pathways to elucidate the mechanisms underlying the microbiota–tumor interface (Prasad et al., 2025; Takada et al., 2025). Although the microbiota–immunotherapy relationship is not yet fully understood, insights in this area are poised to inform personalized oncologic strategies.

Within this context, *A. muciniphila* a prominent member of the gut microbiota has garnered particular attention. *A. muciniphila* is a Gram-negative anaerobe that resides abundantly in the colonic mucus layer of healthy individuals and thrives by degrading mucus. It has been reported to exert pleiotropic benefits on metabolism and immunity, to strengthen intestinal barrier integrity, and to slow cancer progression (Shimizu et al., 2025). Notably, pioneering clinical observations indicate that *A. muciniphila* is over-represented in the gut flora of patients who respond well to ICI (Routy et al., 2018; Derosa et al., 2022; Bae et al., 2022). For example, in a retrospective analysis by Routy and colleagues, the presence of fecal *A. muciniphila* in antibiotic-naïve advanced NSCLC patients was significantly associated with objective response or progression-free survival beyond three months. Subsequently, in 2022, Derosa and colleagues prospectively validated the predictive value of *A. muciniphila* for ICI response in a 338-patient NSCLC cohort using fecal metagenomics. Interestingly, this effect appeared independent of PD-L1 expression and was particularly evident in tumors with low PD-L1

levels. Collectively, these findings suggest that *A. muciniphila* may serve both as a marker of immunotherapy sensitivity and as a key to understanding resistance biology. In this review, we synthesize the literature on *A. muciniphila* and immunotherapy, outlining (i) clinical observations, (ii) underlying mechanisms, and (iii) future therapeutic intervention strategies.

2. MATERIAL AND METHODS

This study is a literature-based review that generated no new experimental data and involved no human/experimental interventions. PubMed/MEDLINE, Web of Science, Scopus, and the Cochrane Library were searched from 1 January 2015 to 15 October 2025 with language restricted to English and Turkish; exemplar search strings included “*Akkermansia muciniphila*” AND (“immune checkpoint” OR “PD-1” OR “PD-L1” OR “ICI”) AND (“cancer” OR “melanoma” OR “NSCLC”) and “microbiome” AND “immunotherapy.” Inclusion criteria comprised (i) observational/clinical studies in adult patients receiving cancer immunotherapy that reported associations between *A. muciniphila* or the gut microbiota and clinical outcomes (objective response rate [ORR], progression-free survival [PFS], overall survival [OS]) and (ii) preclinical (animal/cell) studies providing mechanistic insight; exclusion criteria were letters/editorials, abstracts or conference proceedings only, case series with <5 cases, non-oncology-focused studies, and publications outside the language scope. Study selection was performed independently by two reviewers at the title/abstract level with full-text assessment for eligible records; disagreements were resolved by a third reviewer. From each study, we extracted design, population/sample, treatment/measurement methods, endpoints (ORR, PFS, OS), direction/magnitude of effects, and potential confounders. Risk of bias/quality was assessed using the Newcastle–Ottawa Scale for observational clinical studies and the SYRCLE risk-of-bias approach for animal studies; potential publication bias was discussed qualitatively. Owing to heterogeneity across the clinical and preclinical literature, a narrative synthesis was undertaken and no meta-analysis was performed; findings are presented thematically by cancer type (e.g., NSCLC, melanoma), biomarker modality (fecal vs. intratumoral *A. muciniphila*), and intervention category (FMT, probiotic/postbiotic, diet). As this review uses only secondary data, additional ethics approval was not required.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The abundance of *Akkermansia muciniphila* in the gut microbiota has shown a positive association with immunotherapy response across several cancer types. In advanced NSCLC,

patients with fecal *A. muciniphila* detected prior to ICI treatment exhibited a markedly higher objective response rate. In the 2022 prospective study by Derosa et al., the presence of *A. muciniphila* was associated with an increased likelihood of response and prolonged overall survival independent of PD-L1 level, performance status, and antibiotic exposure in multivariable analyses (Derosa et al., 2022). Similarly, a 2018 study in metastatic melanoma reported that *A. muciniphila* was detected in 69% of responders, whereas the proportion was much lower in non-responders. In particular, an analysis of 100 melanoma patients by Zitvogel and colleagues identified *A. muciniphila* as the bacterium most strongly linked to favorable clinical outcomes. Examination of tumor samples further showed that patients harboring a gut microbiota enriched in beneficial taxa had significantly higher densities of tumor-infiltrating lymphocytes (TILs). Thus, the presence of *A. muciniphila* may serve not only as a peripheral marker but also as an indicator reflecting immune infiltration at the tumor site.

An important observation regarding the microbiota–immunotherapy relationship is that broad-spectrum antibiotic use can reverse these benefits. Patients who received antibiotics before or during anti-PD-1 therapy derived less clinical benefit and experienced earlier disease progression. This has been interpreted as a consequence of antibiotics suppressing beneficial bacteria and impairing host immunity. Indeed, in the study by Derosa et al., *A. muciniphila* became abnormally dominant in the microbiota of antibiotic-exposed patients (>4.8% relative abundance) and, when it overgrew together with *Clostridium*, was paradoxically associated with treatment resistance (Routy et al., 2018; Derosa et al., 2018; Pinato et al., 2019). This unexpected finding suggests that the putative benefits of *A. muciniphila* may not materialize when the microbial ecosystem is perturbed, and that effects can vary across microbial contexts. In other words, while *A. muciniphila* may support immunotherapy in a healthy ecosystem, the same advantage may not be observed in dysbiosis (Derosa et al., 2022). These results underscore that *A. muciniphila* should be considered in concert with other members of the microbiota rather than in isolation.

Whereas the impact of *A. muciniphila* was long examined primarily at the level of gut (fecal) microbiota, a striking result reported in 2025 indicates that bacterial presence in tumor tissue may also carry predictive value (Shimizu et al., 2025). Shimizu et al. used immunohistochemistry on tumor biopsies from patients with metastatic NSCLC to classify tumors as “Akk-positive” or “Akk-negative.” In the overall cohort, intratumoral *A. muciniphila* was not associated with progression-free or overall survival; however, in subgroup analysis of

patients with low PD-L1 tumors, those with *A. muciniphila*-positive tumors had shorter PFS (with a marked decrease in median PFS), while OS did not differ. This raises the possibility that, in immunologically “cold” tumors with low PD-L1 expression—where antitumor immunity may not be sufficiently activated—intratumoral *A. muciniphila* could behave as a negative biomarker. Transcriptomic analyses showed upregulation of pathways related to oxidative phosphorylation and neuronal degeneration (ALS) and downregulation of spliceosome activity in *Akk*-positive/PD-L1-low tumors, pointing to distinct metabolic/immune dynamics when *A. muciniphila* is present within the tumor microenvironment. The study therefore proposed that the intratumoral microbiota profile particularly *A. muciniphila* status could serve as a negative predictive biomarker for ICI response. If validated, this would imply that future patient selection may need to consider not only fecal but also tumor microbiome features.

Beyond clinical correlations, animal experiments support a causal role for *A. muciniphila* in modulating immunotherapy. As noted above, FMT from donors enriched in *A. muciniphila* significantly enhanced the efficacy of PD-1 blockade (Huang et al., 2022). More importantly, in mice colonized with microbiota from non-responder humans, anti-PD-1 monotherapy was ineffective, but supplementing these mice with live *A. muciniphila* markedly slowed tumor growth. Mechanistically, tumors from *A. muciniphila*-treated mice showed increases in CD8⁺ T cells, higher CD4⁺ effector T-cell/Treg ratios, and augmented NK-cell activity (Xin et al., 2025). For instance, in mice whose *Akkermansia* populations expanded under high-fiber diets, NK cells and dendritic cells trafficked more readily into tumors, with the interaction triggering type I interferon production via the STING pathway. This STING-mediated innate activation substantially amplified the tumor-shrinking effects of anti-PD-1. In addition, *A. muciniphila* supplementation increased chemokine production (e.g., CCL5) in the tumor microenvironment, facilitating T-cell infiltration (Lam et al., 2021). In short, preclinical evidence indicates that *A. muciniphila* both strengthens systemic immune responses and promotes the recruitment of immune cells into tumors.

To further understand *A. muciniphila*'s effects, investigators have examined metabolites produced or induced by this bacterium. Inosine, in particular produced by *A. muciniphila* and other commensals has been identified as a factor that promotes antitumor immunity. In gut ecosystems with high *A. muciniphila*, circulating inosine can act via adenosine A2A receptors on T lymphocytes, enhancing IL-12 release from dendritic cells and suppressing UBA6 gene

expression in tumor cells, thereby making tumors more visible to the immune system (Lei et al., 2025). Consequently, T cells can more effectively recognize and eliminate tumors. Likewise, degradation of the intestinal mucus layer by *A. muciniphila* releases short-chain fatty acids (SCFAs) and other products that support regulatory T-cell (Treg) development and the production of anti-inflammatory cytokines (IL-10, TGF- β), curbing excessive inflammation while maintaining appropriate immune balance. This balance can mitigate immunotherapy-related immune toxicities and improve treatment tolerance while preserving antitumor activity. For example, with high-fiber diets that enrich *A. muciniphila*, levels of SCFAs such as butyrate increase, supporting epithelial barrier integrity; as a result, antitumor immune cells remain active and immunotherapy-associated colitis may be reduced (Wu et al., 2023). Moreover, specialized outer-membrane proteins of *A. muciniphila* (e.g., Amuc_1100) have been shown to engage receptors such as TLR2 and contribute to adaptive responses. Exposure to *A. muciniphila* in Peyer's patches has been reported to increase follicular helper T cells (T_{FH}), thereby promoting stronger antibody responses and long-term immune memory (Ansaldo et al., 2019; Lordan et al., 2020; Corb Aron et al., 2021; Shi et al., 2020). Altogether, the microbiota–immunotherapy interaction unfolds through *A. muciniphila*'s multi-layered contributions: shaping systemic immune tone via barrier preservation and inflammatory balance; direct immune activation through TLR-mediated signaling and STING-driven cytokine induction; and metabolic modulation of T- and NK-cell function via inosine and SCFAs. Acting in concert, these pathways create a more “prepared” immune milieu for tumor control in patients receiving ICI.

4. Conclusions

Akkermansia muciniphila is repeatedly linked to favorable ICI outcomes across multiple cohorts, yet its effects are context dependent. Antibiotic exposure around ICI initiation is associated with worse outcomes and may disrupt microbial ecology, attenuating benefits attributed to *A. muciniphila*. Intratumoral detection of *A. muciniphila* can diverge from fecal signals potentially acting as a negative predictor in PD-L1–low tumors highlighting site-specific biology. Mechanistically, *A. muciniphila* may enhance antitumor immunity via barrier support, TLR/STING signaling, and metabolite-driven modulation of T and NK cells. Clinically, integrating fecal/tumor microbiome profiling with established biomarkers (e.g., PD-L1) could refine patient selection and guide microbiota-targeted co-therapies. Prospective,

standardized trials are required to define strains, dosing, timing (diet, probiotic/postbiotic, FMT), and safety for translation into practice.

REFERENCES

- Ansaldo, E., Slayden, L. C., Ching, K. L., Koch, M. A., Wolf, N. K., Plichta, D. R., ... & Barton, G. M. (2019). Akkermansia muciniphila induces intestinal adaptive immune responses during homeostasis. *Science*, 364(6446), 1179-1184.
- Bae, M., Cassilly, C. D., Liu, X., Park, S. M., Tusi, B. K., Chen, X., ... & Clardy, J. (2022). Akkermansia muciniphila phospholipid induces homeostatic immune responses. *Nature*, 608(7921), 168-173.
- Corb Aron, R. A., Abid, A., Vesa, C. M., Nechifor, A. C., Behl, T., Ghitea, T. C., ... & Bungau, S. (2021). Recognizing the benefits of pre-/probiotics in metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus considering the influence of akkermansia muciniphila as a key gut bacterium. *Microorganisms*, 9(3), 618.
- Derosa, L., Hellmann, M. D., Spaziano, M., Halpenny, D., Fidelle, M., Rizvi, H., ... & Routy, B. (2018). Negative association of antibiotics on clinical activity of immune checkpoint inhibitors in patients with advanced renal cell and non-small-cell lung cancer. *Annals of Oncology*, 29(6), 1437-1444.
- Derosa, L., Routy, B., Thomas, A. M., Iebba, V., Zalcman, G., Friard, S., ... & Besse, B. (2022). Intestinal Akkermansia muciniphila predicts clinical response to PD-1 blockade in patients with advanced non-small-cell lung cancer. *Nature medicine*, 28(2), 315-324.
- Gopalakrishnan, D., Koshkin, V. S., Ornstein, M. C., Papatsoris, A., & Grivas, P. (2018). Immune checkpoint inhibitors in urothelial cancer: recent updates and future outlook. *Therapeutics and clinical risk management*, 1019-1040.
- Huang, J., Zheng, X., Kang, W., Hao, H., Mao, Y., Zhang, H., ... & Yin, Y. (2022). Metagenomic and metabolomic analyses reveal synergistic effects of fecal microbiota transplantation and anti-PD-1 therapy on treating colorectal cancer. *Frontiers in Immunology*, 13, 874922.
- Lam, K. C., Araya, R. E., Huang, A., Chen, Q., Di Modica, M., Rodrigues, R. R., ... & Goldszmid, R. S. (2021). Microbiota triggers STING-type I IFN-dependent monocyte reprogramming of the tumor microenvironment. *Cell*, 184(21), 5338-5356.
- Lei, W., Zhou, K., Lei, Y., Li, Q., & Zhu, H. (2025). Gut microbiota shapes cancer immunotherapy responses. *npj Biofilms and Microbiomes*, 11(1), 143.
- Lordan, C., Thapa, D., Ross, R. P., & Cotter, P. D. (2020). Potential for enriching next-generation health-promoting gut bacteria through prebiotics and other dietary components. *Gut microbes*, 11(1), 1-20.
- Ogretmen, B. (2018). Sphingolipid metabolism in cancer signalling and therapy. *Nature Reviews Cancer*, 18(1), 33-50.
- Pinato, D. J., Howlett, S., Ottaviani, D., Urus, H., Patel, A., Mineo, T., ... & Bower, M. (2019). Association of prior antibiotic treatment with survival and response to immune checkpoint inhibitor therapy in patients with cancer. *JAMA oncology*, 5(12), 1774-1778.
- Prasad, R., Rehman, A., Rehman, L., Darbaniyan, F., Blumenberg, V., Schubert, M. L., ... & Saini, N. Y. (2025). Antibiotic-induced loss of gut microbiome metabolic output correlates with clinical responses to CAR T-cell therapy. *Blood*, 145(8), 823-839.
- Routy, B., Le Chatelier, E., Derosa, L., Duong, C. P., Alou, M. T., Daillère, R., ... & Zitvogel, L. (2018). Gut microbiome influences efficacy of PD-1–based immunotherapy against epithelial tumors. *Science*, 359(6371), 91-97.
- Shi, L., Sheng, J., Chen, G., Zhu, P., Shi, C., Li, B., ... & Yang, X. (2020). Combining IL-2-based immunotherapy with commensal probiotics produces enhanced antitumor immune response and tumor clearance. *Journal for immunotherapy of cancer*, 8(2), e000973.
- Shimizu, T., Ohkuma, R., Honma, M., Nakayama, S., Sasaki, Y., Ieguchi, K., ... & Kobayashi, S. (2025). Tumor Akkermansia muciniphila predicts clinical response to immune checkpoint inhibitors in



- non-small-cell lung cancer patients with low PD-L1 expression. *Frontiers in Immunology*, 16, 1528594.
- Takada, K., Takamori, S., Shimokawa, M., Pinato, D. J., & Cortellini, A. (2025). Prior antibiotics, proton pump inhibitors, and probiotics in patients with extensive stage small cell lung cancer treated with immune checkpoint blockade: A post-hoc analysis of the phase I/III IMpower 133 trial. *International Journal of Cancer*, 156(5), 914-919.
- The Microbiome, is it the Deciding Factor for Immunotherapy Success? - Melanoma Research Alliance. Access date: 20.10.2025.
- Wang, M., Yu, F., & Li, P. (2023). Intratumor microbiota in cancer pathogenesis and immunity: from mechanisms of action to therapeutic opportunities. *Frontiers in immunology*, 14, 1269054.
- Wu, W., Kaicen, W., Bian, X., Yang, L., Ding, S., Li, Y., ... & Li, L. (2023). Akkermansia muciniphila alleviates high-fat-diet-related metabolic-associated fatty liver disease by modulating gut microbiota and bile acids. *Microbial biotechnology*, 16(10), 1924-1939.
- Xin, J., Xiang, Y., Jiang, J., Jiang, Z., & Yi, B. (2025). Next-generation probiotics Alistipes onderdonkii enhances the efficacy of anti-PD-1 therapy in colorectal cancer. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, 167891.
- Yang, W., & Cong, Y. (2021). Gut microbiota-derived metabolites in the regulation of host immune responses and immune-related inflammatory diseases. *Cellular & molecular immunology*, 18(4), 866-877.

SEDANter BİREYLERE UYGULANAN CORE ANTRENMANIN UYKU KALİTESİ VE EGZERSİZ ALGISI ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Öğr. Gör. İnan ATİŞ

Iğdır University, Tuzluca Vocational School Disabled Care And Rehabilitation Program, 76002 Şehit Bülent Yurtseven Kampüsü, Merkez, Iğdır

ORCID ID: 0000-0002-9165-2666

Dr. Öğr. Üyesi Necmettin İŞCİ*

Iğdır University, Health Science Faculty, Department of Nursing, 76000 Karaağaç Kampüsü, Merkez, Iğdır

ORCID ID: 0000-0002-6896-5234

ÖZET

Bu araştırma, sedanter bireylere uygulanan core antrenman egzersizlerinin uyku kalitesi ve egzersiz algısı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma, Iğdır il merkezindeki Iğdır Üniversitesinde çalışan 25-35 yaş aralığında aktif spor yaşantısı olmayan basit rastgele örnekleme yöntemi ile seçilen 40 erkek ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar rastgele 20 kişilik kontrol ve antrenman gruplarına ayrılarak randomize kontrollü deney deseninde çalışılmıştır. Araştırma verileri PUKİ (Pittsburg Uyku Kalite İndeksi) ve Egzersizin Yararları/Engelleri Ölçeği ile toplanmıştır. Antrenman Öncesi kontrol ve antrenman gruplarının ön test verileri alınmış, antrenman grubuna 8 hafta boyunca haftada 3 gün core antrenman yaptırılmış ve 8 hafta sonunda yine kontrol ve antrenman gruplarının son test ölçümleri alınmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistikler, ki-kare analizi, bağımlı gruplarda t testi, bağımsız gruplarda t testi ve Cronbach Alpha katsayısı kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi, $p < 0.05$ olarak alınmıştır. Araştırmada, core antrenman egzersizleri uygulanan antrenman grubundaki erkeklerin uyku kalitesinin son testte, kontrol grubundaki erkeklere göre anlamlı olarak daha iyi olduğunu belirlenmiştir. Araştırmada, antrenman grubundaki erkeklerin son testte pozitif egzersiz algısının, egzersiz yarar algısının ve egzersiz engel algısının kontrol grubundaki erkeklere göre yüksek olduğu ve gruplar arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise ön test ve son test sonuçlarına göre anlamlı bir değişiklik bulunamamıştır. Sonuç olarak sedanter bireylere uygulanan core antrenmanın uyku kalitesini, pozitif egzersiz algısını ve egzersiz yarar algısını artırdığını, egzersiz engel algısını ise azalttığı söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Core antrenman, sedanter yaşam, egzersiz algısı, uyku kalitesi.

DETERMINING THE EFFECT OF CORE TRAINING APPLIED TO SEDENTER INDIVIDUALS ON SLEEP QUALITY AND EXERCISE PERCEPTION

ABSTRACT

This research was conducted to determine the effect of core training exercises applied to sedentary individuals on sleep quality and exercise perception. The research was carried out with 40 men working at Iğdır University in the city center of Iğdır, aged 25-35, who did not have an active sports experience, and were selected by simple random sampling method. Participants were randomly divided into control and training groups of 20 people and studied in a randomized controlled trial design. Research data were collected with PSQI (Pittsburg Sleep Quality Index) and Benefits/Barriers to Exercise Scale. Pre-test data of the control and training groups were taken before training, the training group was given core training 3 days a week for 8 weeks, and at the end of 8 weeks, post-test measurements of the control and training groups were taken. Descriptive statistics, chi-square analysis, t test in dependent groups, t test in independent groups and Cronbach Alpha coefficient were used to evaluate the data. The significance level was taken as $p < 0.05$. In the study, it was determined that the sleep quality of men in the training group, where core training exercises were applied, was significantly better than that of men in the control group at the post-test. In the study, it was determined that the positive exercise perception, exercise benefit perception and exercise obstacle perception of the men in the training group were higher than the men in the control group at the post-test and there was a significant difference between the groups. In the control group, no significant change was found according to the pre-test and post-test results. As a result, we can say that core training applied to sedentary individuals increases sleep quality, positive exercise perception and exercise benefit perception, and reduces the exercise obstacle perception.

Keywords: Core training, sedentary life, exercise perception, sleep quality.

DİLDE NADİR GÖRÜLEN MULTİFOKAL EPİTELYAL HİPERPLAZİ OLGUSU**Arş. Gör. İrem Betül ŞEN**

Fırat Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Elâzığ, Türkiye

ORCID ID: 0009-0009-2038-6653**Arş. Gör. Yakup ŞEN**

Fırat Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,

Elâzığ, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-3098-8414**Dr. Öğr. Üyesi Adem ÖZDEMİR**

Fırat Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Elâzığ, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-8332-1894**Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye COŞGUN BAYBARS**

Fırat Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,

Elâzığ, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-4166-3754**Giriş:**

Multifokal epitelyal hiperplazi (Heck hastalığı), insan papilloma virüsünün (HPV) neden olduğu, oral mukozada çok sayıda yumuşak, ağrısız papüllerle karakterize nadir, benign bir lezyondur. Genellikle çocuk ve genç erişkinlerde görülmekle birlikte, erişkin yaşlarda da izlenebilmektedir.

Olgu Sunumu:

Kırk beş yaşında erkek hasta, dilin dorsumunda, lateralinde ve inferiorunda birkaç aydır mevcut olan mukozayla aynı renkte, sınırları belirgin, sapsız, yumuşak, yüzeyden kabarık çapları 1-5 mm arasında değişen multipl nodüler şekilde lezyonlar nedeniyle kliniğimize başvurdu. Lezyonlar asemptomatik olup hastada herhangi bir rahatsızlık oluşturmamaktaydı. Klinik muayenede lezyonların multifokal epitelyal hiperplazi için tipik morfolojik özellikler taşıdığı değerlendirildi. Tanı klinik bulgular temelinde konuldu; invaziv girişim gereksiz görüldüğü için biyopsi yapılmadı. Hastaya herhangi bir cerrahi veya medikal tedavi uygulanmadı ve düzenli klinik takip önerildi.

Sonuç:

Bu olgu, oral mukozada görülen çoklu papiller lezyonların ayırıcı tanısında multifokal epitelyal hiperplazinin de düşünülmesi gerektiğini ve tipik klinik bulguların tanı koydurucu olabileceğini göstermektedir. Asemptomatik hastalarda biyopsi yapılmadan konservatif takip güvenli ve uygun bir yaklaşım olabilir.

Anahtar Kelimeler: Multifokal epitelyal hiperplazi, Heck hastalığı, Dil

A RARE CASE OF MULTIFOCAL EPITHELIAL HYPERPLASIA ON THE TONGUE

Introduction:

Multifocal epithelial hyperplasia (Heck's disease) is a rare, benign lesion of the oral mucosa caused by human papillomavirus (HPV), characterized by multiple, soft, painless papules. Although it is usually seen in children and young adults, it may also occur in older individuals.

Case Presentation:

A 45-year-old male patient presented to our clinic with multiple nodular lesions ranging from 1 to 5 mm in diameter, matching the color of the surrounding mucosa, well-defined, sessile, soft, and slightly elevated from the surface, located on the dorsal, lateral, and inferior surfaces of the tongue. The lesions were asymptomatic and caused no discomfort to the patient. Clinical examination revealed that the lesions exhibited typical morphological features of multifocal epithelial hyperplasia. The diagnosis was made based on clinical findings, and since invasive intervention was deemed unnecessary, no biopsy was performed. The patient received no surgical or medical treatment and was scheduled for regular clinical follow-up.

Conclusion:

This case emphasizes the importance of considering multifocal epithelial hyperplasia in the differential diagnosis of multiple papillary lesions of the oral mucosa and demonstrates that characteristic clinical features can be diagnostic. Conservative follow-up without biopsy may be a safe and appropriate approach in asymptomatic patients.

Keywords: Multifocal epithelial hyperplasia, Heck's disease, tongue

KALANCHOE DAİGREMONTİANA'NIN *IN VİTRO* SÜRGÜN ÇOĞALMASI ÜZERİNE SİTOKİNİN ETKİSİ

Muhammet Anıl AYDIN¹

ORCID NO: 0000-0001-6729-6465

Prof. Dr. Gulsum OZTURK²

ORCID NO: 0000-0002-8701-790X

¹Ege University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, İzmir, Türkiye

²Ege University, Faculty of Agriculture, Dept. of Field Crops, İzmir, Türkiye

ÖZET

Kalanchoe daigremontiana, Madagaskar'a özgü kurağa dayanıklı pembe ve turuncu çiçek renklerine sahip bir sukulent bitkidir. Timsah bitkisi, Meksika şapka bitkisi gibi isimler ile anılmaktadır. Bu çalışmada geleneksel olarak yapraklarının kenarlarındaki minik fideler ile üretilen bu bitkinin *in vitro* çoğaltım yeteneğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada *Kalanchoe daigremontiana*'nin büyük etli yapraklarının 1.5-2 cm büyüklüğünde eksplantları kullanılmıştır. Temel MS ortamına BAP (6-Benzilaminopurin) ve TDZ (Thidiazuron) ortamları kullanılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde; en yüksek sürgün sayısı 1.5 adet ve en yüksek sürgün uzunluğu 0.7 cm ile 3 mg/l TDZ ortamında elde edilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada *Kalanchoe daigremontiana* bitkisinin *in vitro* koşullarda çoğaltım potansiyelinin olduğu ve ticari üretimde kullanılabileceği söylenebilir.

Anahtar kelimeler: *Kalanchoe daigremontiana*, *in vitro* çoğaltım, sitokinin

INFLUENCE OF CYTOKININ CONCENTRATION ON SHOOT MULTIPLICATION AND GROWTH IN *KALANCHOE DAİGREMONTİANA*

ABSTRACT

Kalanchoe daigremontiana is a drought-tolerant succulent native to Madagascar, characterized by its pink and orange flowers. It is commonly known as the "Alligator Plant" or "Mexican Hat Plant." This study aimed to determine the *in vitro* propagation potential of this species, which reproduces naturally through plantlets formed along the leaf margins. For this purpose, 1.5–2 cm leaf explants from the succulent leaves of *K. daigremontiana* were used. The explants were cultured on MS basal medium supplemented with BAP (6-Benzylaminopurine) and TDZ (Thidiazuron). According to the results, the highest mean number of shoots (1.5 shoots per explant) and the greatest shoot length (0.7 cm) were both obtained from the medium containing 3.0 mg/L TDZ. Based on the results, the study demonstrated that *K. daigremontiana* has a high potential for *in vitro* propagation and may be suitable for use in commercial plant production.

Keywords: *Kalanchoe daigremontiana*, *in vitro* regeneration, cytokinin

GİRİŞ

Sukulentler, su depolayan, kalın ve etli dokulara sahip bitkilerdir ve Aizoaceae, Cactaceae ve Crassulaceae familyalarının içerisinde yer alırlar. Bazı türlerde su yalnızca gövdede birikirken, bazı türlerde ise suyun büyük kısmı yapraklarda depolanır. Genellikle derin bir kök sistemine sahip olup, çöl ve yarı kurak bölgelerde doğal olarak yetişmektedir (Kahraman et al., 2022). *Kalanchoe* cinsi *Crassulaceae* familyası içinde yer alan az bakım gerektiren, çok yıllık, iç mekân süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir (Alton and Pertuit 1992; Eggli, 2003, Kahraman ve Boyacı, 2021). Madagaskar’a özgü kurağa dayanıklı bir bitki olan *Kalanchoe*, 1 metreye kadar büyüyen büyük etli yapraklara sahiptir (Boiteau and Allorge-Boiteau 1995). Bu yaprakların en önemli özelliği yaprak kenarlarında küçük bitkicikler üretme yetenekleridir. Bu şekilde üreme yeteneği bu bitkiye ‘‘binlerce çocuk annesi’’ adını vermektedir. Çoğaltımı genelde yaprak veya gövde çelikleriyle yapılmaktadır. Bazı kültür bitkileri tohum üretmediği için çoğaltımı eşeysiz üreme ile gerçekleşir. Burada genellikle virüs gibi hastalıkların taşınması söz konusu olduğundan en önemli sorunlardan birini oluşturur. Ticari üretimde yüksek oranda tercih edilen bu türün *in vitro* çoğaltımı ile eşeysiz üremenin klon avantajı korunduğu gibi hastalık taşınması da önlenmiş olur. Bu nedenle doku kültürü ile çoğaltım *Kalanchoe*, gibi türlerde büyük avantaj olarak görülmektedir (Varga et al., 1988; Hartman, 1997; Mansuroğlu ve Gürel 2001; Seyidoğlu, 2009; Zheng et al., 2013). *Kalanchoe*, *in vitro* koşullarda direkt yada indirekt olarak çoğaltım potansiyeli yüksek bir bitkidir (Gümüş ve Ellialtıoğlu, 2018). Bunu yanında bu türlerde *in vitro* klonal çoğaltım için parankimatik dokulara sahip yapraklardan başarılı bir şekilde rejenerasyon sağlanmıştır (Pierik, 1997). Çoğu bitki türünde olduğu gibi *Kalanchoe* de kültürlerin alınması, sürgün ve köklendirme ile aklimizasyon aşamaları mikro çoğaltımda uygulanan adımlardır (Iliev et al., 2010).

Bu çalışma ile *Kalanchoe daigremontiana* bitkisinde mikroçoğaltım olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, farklı sitokinin türleri ile bunların dozlarının sürgün çoğaltımı üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Doku Kültürü Laboratuvarında 2023 yılında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada genetik materyal olarak *Kalanchoe daigremontiana*’nin etli yaprakları kullanılmıştır. Araştırmada MS besin ortamı BAP ve TDZ’nin 1.0 ve 3.0 mg/l konsantrasyonda hazırlanmış ortamlarında kültüre alınmıştır. Önce *Kalanchoe* sukulentinin etli yaprakları musluk suyunda yıkanmış sırasıyla % 2.5 NaClO

(Sodyum hipoklorit) ve % 70'lik etil alkol içerisinde 2.5 dakika tutulmuştur. Distile su ile 3 kez çalkalanmış ve besin ortamlarına yerleştirilmiştir. Kùltürler 25°C'de 1500-2000 lüks ışık şiddetinde gelişmeye bırakılmıştır. Laboratuvar denemesi Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde iki tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her bir ortam için 5 tüp toplam 50 eksplant olacak şekilde *in vitro* deneme gerçekleştirilmiştir. Kùltürden yaklaşık 6 hafta sonra sürgün sayısı, sürgün uzunluğu ve yaprak sayısı ölçümleri yapılmıştır. Bu özelliklere ait ortalamalar TOTEMSTAT (Acikgoz et al., 2004) programı ile hesaplanmış ve ortalamalar Steel and Torrie (1980)'ye göre Asgari Önemli Fark (AÖF) testiyle karşılaştırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kalanchoe daigremontiana bitkisinin kontrol ile BAP ve TDZ ortamlarında gerçekleşen mikro çoğaltım çalışmasında sürgün sayısı, sürgün uzunluğu ve yaprak sayısı özelliklerine ait ortalamalar ile LSD ve F değerleri Çizelge 1'de, aynı özelliklerin dağılımına ait histogramlar Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. *Kalanchoe daigremontiana*'nin BAP ve TDZ içeren besin ortamlarında *in vitro* sürgün sayısı, sürgün uzunluğu (cm) ve yaprak sayısı özelliklerine ait ortalamalar, LSD ve F değerleri

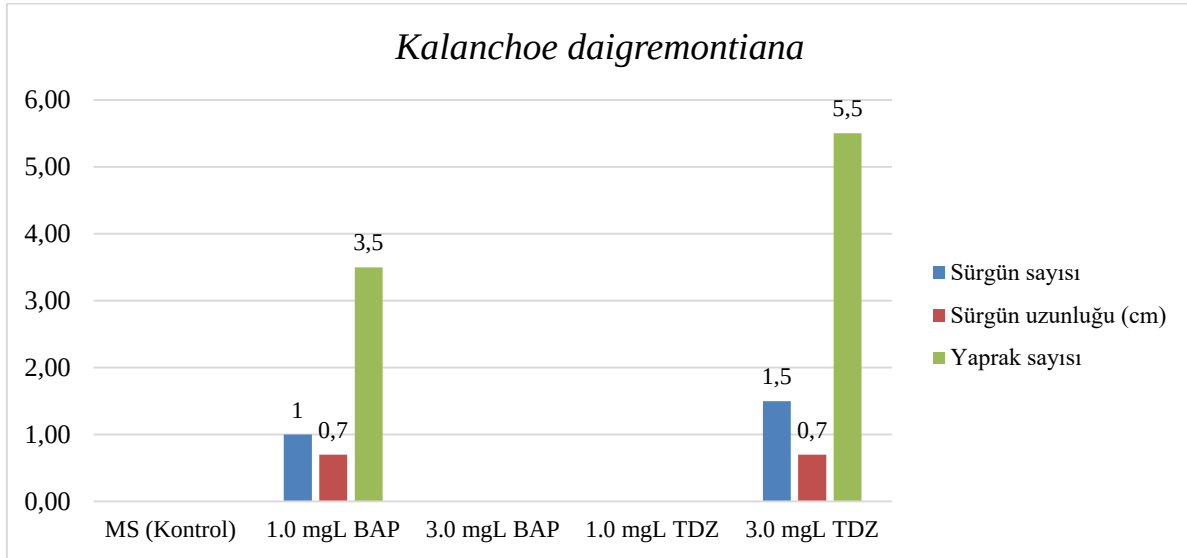
Ortam no	Ortam	Sürgün sayısı	Sürgün uzunluğu (cm)	Yaprak sayısı
1	MS (Kontrol)	Gelişme yok	Gelişme yok	Gelişme yok
2	1.0 mg/l BAP	1.0a	0.7a	3.5b
3	3.0 mg/l BAP	Gelişme yok	Gelişme yok	Gelişme yok
4	1.0 mg/l TDZ	Gelişme yok	Gelişme yok	Gelişme yok
5	3.0 mg/l TDZ	1.5a	0.7a	5.5a
	LSD _(0.05)	0.813	0.335	1.150
	F	10.000*	16.118**	65.750**

*: $p \leq 0.05$ düzeyinde anlamlı

**: $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlı

Çizelge 1 incelendiğinde *Kalanchoe daigremontiana*'nin sürgün sayısı bakımından $p \leq 0.05$; sürgün uzunluğu (cm) ve yaprak sayısı bakımından $p \leq 0.01$ olasılık düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Sürgün sayısı bakımından 1.0 mg/l BAP ve 3.0 mg/l TDZ içeren ortamlarda gelişme sağlanmış ve sırasıyla 1.0 ile 1.5 adet olarak sürgün elde edilmiştir. Kontrol ile 3.0 mg/l BAP ve 1.0 mg/l TDZ içeren ortamlarda gelişme sağlanmamıştır. Sürgün boyu bakımından 1.0 mg/l BAP ve 3.0 mg/l TDZ içeren ortamlarda gelişme sağlanmış ve 0.7 cm olarak her iki ortamda gelişme sağlanmıştır. Yaprak sayısı bakımından 3.0 mg/l TDZ içeren ortam 5.5 adet ile en yüksek bulunmuş; bu ortamı 1.0 mg/l BAP içeren ortam 3.5 adet ile izlemiştir. Sürgün boyu ve yaprak sayısı bakımından kontrol ile 3.0 mg/l BAP ve 1.0 mg/l TDZ içeren ortamlarda gelişme sağlanmamıştır. Bejaoui, (2022) yaptığı çalışmada 1.0 mg/l BAP içeren ortamların

sürgün oluşumu için ideal olduğunu, sitokinin oranının artması bu bitki için olumsuz olabileceğini bildirmiştir. Sürgün sayıları BAP ilavesi ile artmış fakat sürgün boyları kısalmıştır. Çalışmamızda 1.0 mg/L BAP içeren ortam en yüksek sürgün gelişimini sağlamış ve önceki araştırmacıların bulgularıyla paralellik göstermiştir. Ayrıca, TDZ içeren besin ortamlarında da başarılı sürgün rejenerasyonu elde edilmiştir. Bu sonuçlar, her iki sitokininin de *Kalanchoe daigremontiana*'nin *in vitro* çoğaltımında etkili olabileceğini ve farklı konsantrasyonlarda kullanılmasının rejenerasyon verimini artırabileceğini göstermektedir. *Kalanchoe daigremontiana*'nin BAP ve TDZ içeren besin ortamlarında *in vitro* sürgün sayısı, sürgün uzunluğu (cm) ve yaprak sayısı özelliklerine ait ortalamalarını dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. *Kalanchoe daigremontiana*'nin BAP ve TDZ içeren besin ortamlarında *in vitro* sürgün sayısı, sürgün uzunluğu (cm) ve yaprak sayısı özelliklerine ait ortalamalarının dağılımı

SONUÇ

Kalanchoe daigremontiana'nin *in vitro* koşullarda yaprak eksplantlarının BAP ve TDZ içeren ortamlarda mikroçoğaltım potansiyeli olduğu bir ön çalışmadır. *K. daigremontiana*'nin doku kültürü ile çoğaltıma yatkın olduğu, yaprak eksplantlarının da doku kültürü ile çoğaltım için elverişli bir eksplant kaynağı olduğu görülmüştür. Ticari getirisi yüksek bu tür için *in vitro* koşullarda farklı hormon kombinasyonlarını içeren çalışmaların yapılması önerilebilir. Ayrıca ticari üretimde önemli bir paya sahip olan köklü tam bitkilerin elde edilmesi ve dış koşullara alıştırılması da büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle bu yönde bilimsel çalışmaların yapılması bu türün ticari üretiminde bir avantaj sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Acikgoz, N., Ilker, E., and Gokcol, A., 2004. Assessment of biological research on the computer. Ege University, TOTEM, Izmir.
- Alton, J., Pertuit, J. 1992. Kalanchoe. Introduction to floriculture. (Second Edition). New York: Academic press, 429-450.
- Boiteau, P. ve Allorge-Boiteau, L. 1995. Kalanchoe (Crassulacées) de Madagascar. Systématique, écophysiologie et phytochimie. ICSN, CNRS, 91198 Gif-surYvette, Éditions Karthala, Paris.
- Eggli, U. (ED.). 2003. Illustrated handbook of succulent plants: Crassulaceae. SpringerVerlag, Berlin.
- Gümüş, C. ve Ellialtıoğlu, Ş. Ş. 2018. *Kalanchoe blossfeldiana poelln.* Türün de yapılan doku kültürü araştırmaları üzerinde bir inceleme. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 11(1), 18-26.
- Hartman, H.T. 1997. Kester, D.E., Plant Propagation: Principels and Practices, -Hall, New Jersey.
- Iliev, I., Gajdšova, A., Libiaková, G. ve Jain, S. M. 2010. Plant micropropagation. Plant Cell Culture: Essential Methods. UK: John Wiley & Sons, 1-23.
- Kahraman, M.U. ve Boyacı, H.F. 2021. Kalanşo. in: Süs Bitkileri Islahı Cilt II: Türler. Kazaz S, Yalçın Mendi Y (Eds.). Bölüm 6, s: 241-284.
- Kahraman, M.U., Yalçın Mendi, N. Y., Karabıyık, Ş., VLK. Lutken H. ve Favero B. T. 2022. Kalanchoë Breeding: Past, Present and Future. Ornamental Horticulture 28 (1): 19-35. doi.org/10.1590/2447-536X.v28i1.2403.
- Mansuroğlu, S. ve Gürel, E. 2001. Mikroçoğaltım. Bitki Biyoteknolojisi I-Doku Kültürü ve Uygulamaları. Konya: Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Murashige T., Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 473-479.
- Pierik, R. L. M. 1997. *In vitro* culture of higher plants. Springer science & business media.
- Seyidoğlu, N. 2009. Bazı Doğal Geofitlerin Peyzaj Düzenlemelerinde Kullanımı ve Üretimi Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniv. Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 367s.
- Steel R. G. D., Torrie J. H. 1980. *Principles and procedures of statistics*. McGraw-Hill Book Company.
- Zheng, X., Liu, J., Yuan, J. ve Qi, Y. 2013. Study on test-tube flowers of *Kalanchoe blossfeldiana* producing pink flowers. Acta Agriculturae Shanghai, 29(4), 72- 74
- Varga, A., Thoma, L. H. and Bruinsma, J. 1988. Effects of auxins and cytokinins on epigenetic instability of callus-propagated *Kalanchoe blossfeldiana poelln.* Plant cell, tissue and organ culture, 15(3), 223-231.
- Bejaou, R., 2022. Kalanşo (*Kalanchoe Blossfeldiana Poelln.*)’nun In Vitro Koşullarda Mikroçoğaltımı, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Bölümü, Doktora Tezi

EUPHORBIA MILII'NİN IN VITRO ÇOĞALTIMI**Muhammet Anıl AYDIN¹****ORCID NO: 0000-0001-6729-6465****Prof. Dr. Gulsum OZTURK²****ORCID NO: 0000-0002-8701-790X**¹Ege University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Izmir, TURKIYE²Ege University, Faculty of Agriculture, Dept. of Field Crops, Izmir, TURKIYE**ÖZET**

Euphorbia milii, dikenli gövdesi ve pek çok renkte çiçekleriyle dikkat çeken hem iç mekânda hem de dış mekân süs bitkisi olarak tercih edilen sukulent ailesine ait bir bitkidir. Çalışmada bu bitki türünün klasik çoğaltımına alternatif olarak *in vitro* çoğaltım performansının belirlenmesi amaçlanmıştır. Piyasa da yüksek oranda talep gören bu bitkinin *in vitro* ticari üretimine katkı sunması hedeflenmiştir. Bu amaçla çalışmada genetik materyal olarak *Euphorbia milii*'nin nod eksplantları kullanılmıştır. Besin ortamı olarak MS+TDZ (*Thidiazuron*) (0.5; 1.0; 2.0; 3.0 mg/l), ortamları kullanılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde; en yüksek sürgün sayısı 3.5 adet ile 2 mg/l TDZ ortamında ve en yüksek sürgün uzunluğu 1.2 cm ile yine aynı ortamdan elde edilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada *Euphorbia milii* bitkisinin *in vitro* koşullarda çoğaltım potansiyelinin olduğu ve farklı bitki büyüme düzenleyicilerinin etkisini inceleyen başka çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: *Euphorbia milii*, *in vitro* çoğaltım, TDZ

IN VITRO PROPAGATION OF EUPHORBIA MILII**ABSTRACT**

Euphorbia milii, a species in the succulent plant family, is distinguished by its thorny stems and colourful flowers and is widely cultivated as both an indoor and outdoor ornamental plant. The aim of this study is to determine the *in vitro* propagation performance of this species as an alternative to traditional propagation methods. Furthermore, it is intended to contribute to the commercial *in vitro* production of this highly demanded ornamental plant. For this purpose, nodal explants of *Euphorbia milii* were used as genetic material. Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with different concentrations of *Thidiazuron* (0.5, 1.0, 2.0, and 3.0 mg/L) was used as the culture medium. According to the results, the highest shoot number (3.5) and longest shoot length (1.2 cm) were obtained from the medium containing 2.0 mg/L TDZ. In conclusion, this study demonstrated that *Euphorbia milii* has promising potential for *in vitro* propagation, and further studies investigating the effects of different plant growth regulators would be appropriate.

Keywords: *Euphorbia milii*, *in vitro* propagation, TDZ

GİRİŞ

Euphorbia milii Euphorbiaceae familyasına ait, Madagaskar kökenli dikenli bir bitkidir. Dikenli taç olarak bilinen bu tür ekonomik açıdan büyük öneme sahip türlerden oluşan, iç mekân süs bitkisi olarak yaygın şekilde yetiştirilir ve sıcak iklimlerde yıl boyunca çiçek açmaktadır. Farklı çiçek durumu tiplerine sahip pek çok tür içermektedir (Ecke et al., 2000; Mwine et al., 2011). Bu türün çoğaltımı tohum ve çelikle gerçekleştirilir. Tohumla çoğaltım, tohumların depolama sürecinde canlılıklarını hızla kaybetmeleri nedeniyle zahmetli bir yöntemdir. Çelikle üretim ise genellikle satış döneminden önceki kısa bir zaman dilimiyle sınırlıdır. Bu nedenle, güvenilir *in vitro* rejenerasyon yöntemlerinin geliştirilmesi, üretim sistemlerinin sürdürülebilirliği ve başarısı açısından büyük önem taşımaktadır (Pickens et al., 2005). Mikroçoğaltım tekniği, steril koşullar altında, yapay besin ortamlarında seçilen bir eksplanttan çok sayıda bitki elde edilmesini mümkün kılar (Debergh ve Zimmerman, 1991; Hazarika, 2006). Bu yöntemle, çevresel koşullardan bağımsız biçimde, sınırlı alanlarda yüksek miktarda steril bitki üretimi gerçekleştirilebilir (Preil et al., 1988; Kozai et al., 1997). Günümüzde birçok süs, bahçe ve orman bitkisi mikroçoğaltım yöntemiyle başarıyla çoğaltılmaktadır (Hatipoğlu, 1999; Hussein et al., 2013; Ak ve ark., 2021). Ayrıca, hastaliksız ve genetik olarak uniform bitkilerin elde edilmesi de bu yöntemin en önemli avantajlarından biridir (Varga et al., 1988). Bitki doku kültürleri yalnızca çoğaltım amacıyla değil, aynı zamanda sekonder metabolit üretimi açısından da önem taşır. Nitekim, antosiyanin üretiminin artırılmasına yönelik çalışmalar *Euphorbia milii* ve havuç bitkilerinde başarılı sonuçlar vermiştir (Yamamoto et al., 1982; Yağcı ve ark., 2008). Doku kültürü teknikleri, yeni sekonder metabolitlerin elde edilmesi, nesli tükenme tehlikesi altındaki türlerin korunması, metabolit biyosentez yollarının incelenmesi ve üstün özellikli genotiplerin seçimi gibi amaçlarla da yaygın biçimde kullanılmaktadır (Dougall, 1980; Murch et al., 2000; Vuran ve Türker, 2021). Bu nedenle, *Euphorbia milii*'nin *in vitro* çoğaltımında da benzer yaklaşımların benimsenmesi, bu türün biyoteknolojik üretim potansiyelinin artırılması açısından önemli görülmektedir.

Bu çalışma ile *Euphorbia milii*'nin nod eksplantlarının *in vitro* koşullarda farklı TDZ içeren besin ortamlarında rejenerasyon yeteneklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece ticari olarak getirisi yüksek bu bitkinin *in vitro* mikro çoğaltım potansiyeli belirlenecektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Doku Kültürü Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada genetik materyal olarak *Euphorbia milii*'nin nod

kısımları kullanılmıştır. Bu eksplantlar % 70'lik etil alkol içerisinde 3 dakika, % 2.5 NaClO (Sodyum hipoklorit) içerisinde 2 dakika tutulmuş, ardından steril su ile yıkanarak durulama işlemi yapılmış ve gelişim için TDZ içeren besin ortamlarına alınmıştır. Çalışmada MS temel besin ortamı 0.5 mg/L, 1.0 mg/L ve 2.0 mg/L TDZ ile zenginleştirilmiş besin ortamda kültüre alınmıştır. Kültürler gelişimleri için 25°C sıcaklıkta 2500-3000 lüks ışık şiddetinde gelişmeye bırakılmıştır. *In vitro* deneme tesadüf parselleri deneme deseninde 2 tekrarlı olarak her bir ortam için 5 tüp toplam 30 eksplant olacak şekilde kurulmuştur. Yaklaşık 6 hafta sonunda sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu ölçümleri yapılmış, elde edilen sonuçlar TOTEMSTAT (Acikgoz et al., 2004) ile hesaplanmış ve ortalamalar Steel and Torrie (1980)'ye göre karşılaştırılmıştır. En etkili ortam/ortamlar belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

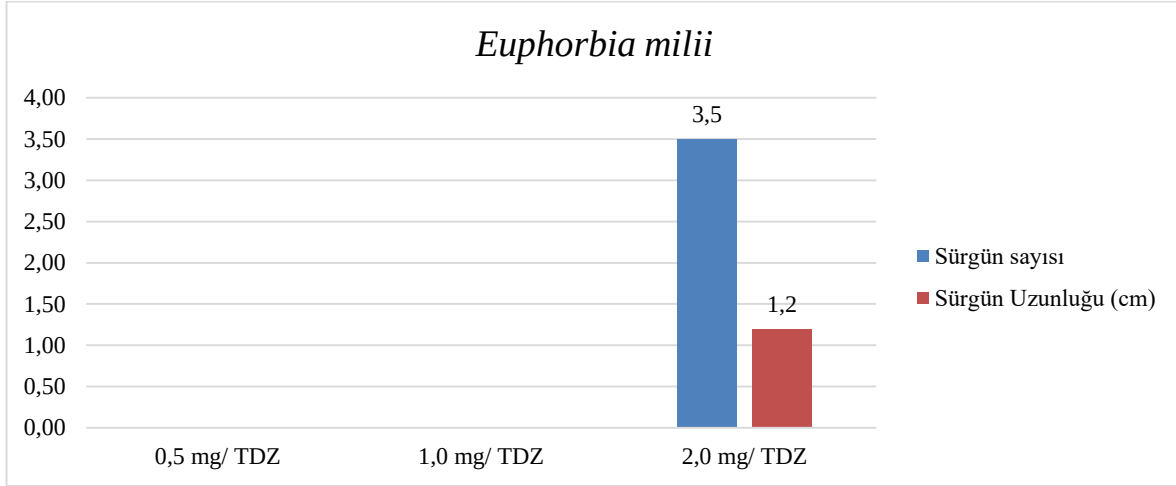
Euphorbia milii'nin *in vitro* sürgün rejenerasyonun belirlenmesi amacıyla bu bitkinin nod eksplantları üç farklı TDZ ortamında kültüre alınmıştır. Sürgün sayısı, sürgün uzunluğu ortalamaları, LSD ve F değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu özelliklerine ait ortalamaların histogramları Şekil 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. *Euphorbia milii*'nin farklı TDZ içeren besin ortamlarında *in vitro* sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu (cm) özelliklerine ait ortalamalar, LSD ve F değerleri

Ortam no	Ortam	Sürgün sayısı	Sürgün uzunluğu (cm)
1	0.5 mg/l TDZ	Gelişme yok	Gelişme yok
2	1.0 mg/l TDZ	Gelişme yok	Gelişme yok
3	2.0 mg/l TDZ	3.5	1.2
LSD _(0.05)		1.299	0.390
F		49.000**	58.778**

** : $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlı

Çizelge 1 F değerleri incelendiğinde *Euphorbia milii*'nin sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu bakımından $p \leq 0.01$ olasılık düzeyinde farklılık bulunmuştur. Sürgün sayısı bakımından 2.0 mg/L TDZ içeren ortam 3.5 adet ile gelişim sağlamıştır. Sürgün boyu bakımından yine 2.0 mg/L TDZ içeren ortam 1.2 cm ile rejenerasyon göstermiştir. 0.5 mg/L TDZ ve 1.0 mg/L TDZ içeren ortamlarda gelişme sağlanmamıştır. *Euphorbia milii*'nin farklı TDZ içeren besin ortamlarında *in vitro* sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu (cm) özelliklerine ait ortalamalarını dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. *Euphorbia milii*'nin farklı TDZ besin ortamlarında sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu (cm) ortalamalarının dağılımı

SONUÇ

Euphorbia milii'nin *in vitro* sürgün çoğaltımı için en etkili TDZ konsantrasyonu 2.0 mg/L olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, *Euphorbia milii*'nin *in vitro* çoğaltımına yönelik bir ön çalışma niteliğindedir. Gelecekte yapılacak araştırmalarda, TDZ'nin farklı konsantrasyonlarının yanı sıra çeşitli oksin ve sitokin kombinasyonlarının etkilerinin değerlendirilmesi, bu türün rejenerasyon potansiyelinin daha kapsamlı biçimde ortaya konulmasına ve çoğaltım protokollerinin optimize edilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Acikgoz, N., Ilker, E., and Gokcol, A., 2004. Assessment of biological research on the computer. Ege University, TOTEM, Izmir.
- Ak, B.E., Karahan Kıyar, P., Hatipoglu, I.H. And Dikmetas, B. 2021. Effects of different ba and ıba concentrations on proliferation and rooting of 'garnem' rootstock in vitropagation. International journal of agriculture, environment and food sciences, 5(4), 470-476.
- Debergh, P.C. and Zimmerman, R.H. 1993. Micropropagation technology and application. Kluwer Academic Publishers, Natherlands. 484 p.
- Dougall DK. 1980. Nutrition and metabolism. In: Plant tissue culture as a source of biochemicals (ed. Staba E), pp. 21-58. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Ecke, P., Faust, J. E., Williams, J., and Higgins, A., 2000. The Ecke poinsettia manual.1-7
- Hatipoğlu, R., 1999. Bitki biyoteknolojisi. Çukurova üniv. Zir. Fak. Genelyayın no:190, ders kitabı yayın no: a-58, adana,176s.
- Hazarika, B.N. 2006. Morpho-physiological disorders in in vitro culture of plants. Scientia Horticulturae 108 (2006) 105-120.
- Hussam, A., Qarshi, I. A., Nazır, H., And Ullah, I., 2012. Plant tissue culture: current status and opportunities. Recent advances in plant in vitro culture, 6(10), 1-28.
- Murashige T., Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco cultures. Physiologia Plantarum, 15, 473-479.
- Murch, S. J., Choffe, K. L., Victor, J. M. R., Slimmon, T. Y., Krishnaraj, S. ve Saxena, P. K. 2000. Thidiazuron-induced plant regeneration from hypocotyl cultures of St. John's wort (*Hypericum perforatum*. cv'Anthos'). Plant Cell Reports, 19(6), 576-581.

- Mwine, T. J., and Van Damme, P., 2011. Evaluation of pesticidal properties of *Euphorbia tirucalli* L.(Euphorbiaceae) against selected pests. *AfrikaFocus*, 24(1).
- Yamamoto T, Mizuguchi R and Yamada Y. 1982. Selection of a high stable pigment producing strain in cultured *Euphorbia* milli cells. *Theor Appl Genet*, 16:113–116.
- Yağcı, C. Toker, M.C. Toker, G., 2008. Bitki Doku Kültürü Yoluyla Üretilen Flavonoidler, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 1 (1): 47-58.
- Ozai, T., Kubota, B.R. and Jeong, 1997. Environmental control for the large-scale production of plants through in vitro techniques. *Plant cell tiss. Organ culture*, 51:49-56
- Pickens, K. A., Cheng, Z.M., and Trigiano, R. N., 2005. Axillary bud proliferation and organogenesis of *euphorbia pulcherrima* winter rose tm. *In vitro cell devbio-plant* 41:770–774
- Preil, W., Florak, P., Wix, U. and Back, A., 1988. Towards mass propagation by use of bioreactors. *Acta hort*, 226:99–107.
- Steel R. G. D., Torrie J. H. 1980. *Principles and procedures of statistics*. McGraw-Hill Book Company.
- Varga, A., Thoma, L. H. and Bruinsma, J.. 1988. Effects of auxins and cytokinins on epigenetic instability of callus-propagated *kalanchoe blossfeldiana* poelln. *Plant cell, tissue and organ culture*, 15(3), 223-231.
- Vuran, N.E., Turker, M., 2021. Applications for Improving Secondary Metabolite Production in Plant Tissue Cultures, *Int. J. Adv. Eng. Pure Sci.* 33(3):487-498

MEYVE BAHÇELERİNDE SORUN OLAN YABANCI OTLAR**Arş. Gör. Seren DOĞAR KAVAN,**Research Assistant, Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Iğdır,
Türkiye,**ORCID: 0000-0003-2757-594X****ÖZET**

Yabancı otlar, meyve bahçelerinde verim ve kaliteyi sınırlandıran en önemli biyotik stres faktörleri arasında yer almaktadır. Çok yıllık üretim sistemlerinin hâkim olduğu bu alanlarda yabancı otlar; su, besin, ışık ve alan için meyve ağaçlarıyla doğrudan rekabet ederek gelişimlerini baskılamakta, aynı zamanda zararlı ve patojenler için konukçu görevi üstlenerek dolaylı zararlar oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı ise meyve bahçelerinde bulunan yabancı ot türlerini ve yabancı ot sorununu ortaya koymaktır.

Çeşitli bölgelerde yürütülen sürvey çalışmalarında, en yaygın familyalar arasında Asteraceae, Poaceae ve Fabaceae öne çıkarken, sorun oluşturan türler arasında *Agropyron repens*, *Convolvulus arvensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea*, *Cynodon dactylon* ve *Sorghum halepense* yer almaktadır. Yabancı ot yoğunluğu üretici uygulamalarına, toprak tipine ve iklime bağlı olarak değişmektedir. Kontrol yöntemleri arasında herbisitler halen yaygın kullanılmakla birlikte, direnç gelişimi ve çevresel kaygılar nedeniyle etkinlikleri sınırlıdır. Mekanik mücadele, malçlama, örtücü bitkiler ve ileri teknolojilere dayalı yöntemler alternatif çözümler sunmaktadır. Entegre Yabancı Ot Yönetimi (IWM) yaklaşımları, kimyasal, mekanik, kültürel ve biyolojik yöntemlerin bir arada kullanılmasıyla sürdürülebilir meyve üretiminde en uygun strateji olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, bölgesel koşullara uygun stratejilerin geliştirilmesi ve herbisit direncini geciktiren uygulamaların yaygınlaştırılması önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Entegre yabancı ot yönetimi, Meyve bahçeleri, Sürvey çalışmaları, Yabancı otlar

WEEDS AS A PROBLEM IN ORCHARDS**ABSTRACT**

Weeds are among the most significant biotic stress factors limiting yield and quality in orchards. In these areas dominated by perennial production systems, weeds suppress the growth of fruit trees by directly competing with them for water, nutrients, light, and space. They also cause indirect damage by acting as hosts for pests and pathogens. The purpose of this study is to identify weed species and weed problems found in orchards.

In surveys conducted in various regions, the most common families are Asteraceae, Poaceae, and Fabaceae, while problem species include *Agropyron repens*, *Convolvulus arvensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea*, *Cynodon dactylon*, and *Sorghum halepense*. Weed density varies depending on producer practices, soil type, and climate. While herbicides are still widely used among control methods, their effectiveness is limited due to resistance development and environmental concerns. Mechanical control, mulching, cover crops, and advanced technology-based methods offer alternative solutions. Integrated Weed Management (IWM) approaches, combining chemical, mechanical, cultural, and biological methods, stand out as the most suitable strategy for sustainable fruit production. In this context, developing strategies appropriate to regional conditions and expanding practices that delay herbicide resistance are crucial.

Keywords: Integrated weed management, Orchards, Survey studies, Weeds

GİRİŞ

Yabancı otlar, dünya çapında tarımsal verimliliği etkileyen en önemli biyotik kısıtlamalar arasındadır. Meyve bahçelerinde, bitkilerin çok yıllık yapısı ve sürekli toprak işleme yapılmadan toprak yüzeyinin uzun süre korunması nedeniyle yabancı otların varlığı ciddi zorluklar meydana getirmektedir. Meyve ağaçları, dünyada önemli bir tarımsal gelir kaynağıdır. Meyve bahçeleri ve bağcılık sistemlerindeki üretim uygulamaları, mahsul ve yetiştirme bölgesine göre büyük farklılıklar gösterir. Uygun yabancı ot yönetimi, sürdürülebilir meyve bahçesi üretim sisteminin ayrılmaz bir parçasıdır. Tarımsal ekosistem verimliliğini artırarak ve ekolojik hizmetleri iyileştirerek tarımsal sürdürülebilirlik üzerinde olumlu etkiler oluşturmaktadır (Tworkoski and Glenn, 2012; Dudic et al., 2020).

Çok yıllık ürünlerin üretimi için önemli bir konu yabancı ot yönetimidir. Yabancı otlar meyve bahçelerini ve küçük meyve plantasyonlarını olumsuz etkiler ve yetiştirilen bitkilerle su, besin, alan ve güneş ışığı için rekabet ederler. Aynı zamanda genç meyve bahçelerinde ağaçların büyümesini engeller, olgun ağaçlarda verim kalitesini ve miktarını azaltmaktadır (Atay ve ark., 2017; Abbas et al., 2018; Zimdahl, 2018). Yabancı ot baskısı ağaçların büyümesini %15 ila %96 oranında azaltırken, meyve kalitesine olumsuz etkisi nedeniyle meyve veriminde %35'e varan bir kayıp olmuş ve meyve dökülme oranı %45'e ulaşmıştır (Abouziena et al., 2016). Ağaç gövdelerinin çevresinde büyüyen bazı yabancı otlar, gövdeyi ve kökleri enfekte eden zararlılar ve patojenler için konukçu görevi görmektedir (Dudic et al., 2020). Meyve bahçelerindeki yabancı ot yoğunluğu, konum, iklim, mevsim, toprak türü, yetiştirilen ürün, sulama, gübreleme

sistemi ve bahçenin tarımsal uygulama geçmişine göre değişmektedir (Futch et al., 2019; Dudic et al., 2020).

Meyve bahçelerinde etkili yabancı ot kontrolü, genellikle farklı yönetim yaklaşımları gerektiren tek yıllık, iki yıllık ve çok yıllık bitki türleri içeren yabancı ot türlerinin çeşitliliği nedeniyle karmaşıktır. Herbisitlere güvenilmesi, çevresel sürdürülebilirlik, toprak sağlığı ve herbisit direnci konusunda endişelere yol açmıştır. Sonuç olarak, kültürel, mekanik, kimyasal ve biyolojik yöntemleri birleştiren entegre yabancı ot yönetimi (IWM) stratejileri, sürdürülebilir tarım alternatifleri olarak giderek daha fazla önerilmektedir (Mia et al., 2020).

Bu çalışmada, meyve bahçelerinde sorun olan başlıca yabancı ot türlerinin belirlenmesi, bunların bahçe verimliliği üzerindeki etkilerinin incelenmesi araştırılmıştır. Aynı zamanda sürdürülebilir ve entegre yabancı ot yönetimi uygulamalarına odaklanılarak mevcut kontrol yöntemlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

1. Meyve Bahçelerinde Yabancı Ot Sorunu

Yabancı otlar, meyve üretim alanlarındaki en önemli sorunlardan biridir. Meyve ağaçlarıyla su, besin, ışık ve alan için rekabet ederek verimi ve meyve kalitesini düşürürler (Zimdahl, 2018). Ayrıca, zararlılar ve patojenler için alternatif konukçu olarak işlev görerek karmaşık yönetim zorlukları yaratabilirler (Lisek, 2014). Meyve bahçesi sistemleri yüksek yoğunluklu dikimlere ve sürdürülebilir üretim modellerine doğru kaydıkça, yabancı ot yönetiminin önemi artmıştır (Mia et al., 2020). Meyve bahçelerindeki yabancı otlar hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkiler göstermektedir. Doğrudan, özellikle sığ kök sistemine sahip genç ağaçlarda toprak nemini ve besin bulunabilirliğini azaltırlar. Dolaylı olarak ise, yoğun yabancı ot örtüsü nemi artırabilir ve hava sirkülasyonunu azaltarak fungal gibi hastalıkların ve zararlıların gelişmesine zemin hazırlayabilmektedirler (Dudic et al., 2020). Ayrıca, *Cynodon dactylon* ve *Conyza canadensis* gibi bazı çok yıllık yabancı otlar geniş kök sistemleri ve tohum bankaları geliştirerek uzun süre kontrolü zorlaştırmaktadır (Popolizio et al., 2023).

Meyve bahçelerinde yabancı otların florasının bileşimi iklim, toprak ve yönetim uygulamalarına göre değişiklik göstermektedir. Örneğin Elma ve narenciye bahçelerinde yapılan araştırmalarda, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea*, *Sorghum halepense* ve *Poa annua* gibi yabancı ot türlerine sıklıkla rastlandığı rapor edilmiştir (Dudic et al., 2020; Lisek, 2014). Akdeniz ve subtropikal bahçelerde, *Cynodon dactylon* gibi

çok yıllık yabancı otlar ve herbisite dirençli *Conyza* türleri özellikle sorun oluşturmaktadır (Popolizio et al., 2023).

Meyve bahçelerinde etkili yabancı ot kontrolü, bütünleşik bir yaklaşım gerektirmektedir.

1. **Kimyasal Kontrol:** Glifosat gibi herbisitler, hızlı ve geniş spektrumlu kontrol için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, tekrarlanan uygulamalar dirençli popülasyonlara yol açmış ve çevre kirliliği konusunda endişelere neden olmuştur (Lisek, 2014).
2. **Mekanik ve Kültürel Yöntemler:** Biçme, sık toprak işleme ve elle ayıklama, yıllık yabancı otları baskılayabilir, ancak toprak yapısını bozabilir ve erozyon riskini artırabilir (Mia et al., 2020).
3. **Malçlama ve Örtücü Bitkileri:** Organik malçlar ve canlı toprak örtüleri, yabancı ot çıkışını azaltır, toprak nemini korur ve faydalı eklembacaklıları destekler.
4. **İleri Teknolojiler:** Son yenilikler arasında, kimyasal olmayan alternatifler sunan ve iş gücü gereksinimlerini azaltan hassas yabancı ot temizleme robotları, alevli veya buharlı yabancı ot temizleme ve elektrikli yabancı ot temizleme makineleri yer almaktadır (Monteiro and Santos, 2022).

Kimyasal, mekanik ve kültürel taktikleri birleştiren Entegre Yabancı Ot Yönetimi (IWM), toprak sağlığını ve biyolojik çeşitliliği korurken bahçe verimliliğini sürdürmenin en sürdürülebilir stratejisi olarak giderek daha fazla kabul görmektedir (Mia et al., 2020). Yabancı ot yönetimi, meyve bahçelerinin sürdürülebilirliğinin kritik bir bileşeni olmaya devam etmektedir. Kimyasal herbisitler kısa vadeli etkili olsa da, meyve bahçelerindeki yabancı ot kontrolünün geleceği, mekanik, biyolojik ve teknolojik çözümleri içeren entegre sistemlere bağlı olacaktır. Çevresel etkileri en aza indiren ve herbisit direncini geciktiren, bölgeye özgü stratejiler geliştirmek için sürekli araştırma gereklidir.

2. Meyve Bahçelerinde Sorun Olan Yabancı Ot Türleri

Meyve bahçelerinde sorun olan yabancı otlar bölgelere ve bitki çeşitlerine göre farklılık gösterir. Türkiye, farklı ekolojik koşullara sahip olmasıyla birçok bitki türünün gen merkezlerinden biridir. Bu çeşitlilik, meyve üretiminde önemli avantajlar sağlarken yabancı otların yayılımı ve yönetimi açısından da zorluklar doğurmaktadır. Meyve bahçelerinde yabancı otlar; besin, su ve ışık için kültür bitkileriyle rekabet ederek verim ve kaliteyi düşürmektedir. Aynı zaman da işçilik maliyetlerini artırmakta ve hasadı zorlaştırmaktadır. Farklı bölgelerde

yürütülen araştırmalar, yabancı ot sorunlarının yöresel ekoloji, üretim sistemi ve üretici uygulamalarına göre değiştiğini ortaya koymaktadır. Örneğin Kayseri ilinde 2012–2013 yıllarında yapılan bir çalışmada 143 elma bahçesinde 33 familyaya ait 129 yabancı ot türü belirlenmiştir. Bunlar arasında en fazla Asteraceae (21 tür), Poaceae (15 tür) ve Brassicaceae (13 tür) familyaları öne çıkmıştır. Rastlanma sıklığı açısından ilk 5 sırada; *Agropyron repens* (L.) P. Beauv. (%60.13), *Convolvulus arvensis* L. (%52.44), *Medicago sativa* L. (%49.65), *Chenopodium album* L. (%47.55) ve *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (%46.85) türleri tespit edilmiştir. Yoğunluk açısından ise ilk 5 sırada; *Agropyron repens* (L.) P. Beauv. (8.966 bitki m⁻²), *E. crus-galli* (L.) P. Beauv. (4.415 bitki m⁻²), *C. album* L. (4.321 bitki m⁻²), *C. arvensis* L. (1.883 bitki m⁻²), *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. (1.824 bitki m⁻²) türleri saptanmıştır (Eşitmez ve Işık, 2016). Sırbistan’da elma bahçelerinde yapılan çalışmada, farklı mücadele yönetimlerinin flora bileşimini belirgin şekilde farklılaştırdığı; *Poa annua*, *Conyza canadensis*, *Portulaca oleracea* ve *Sorghum halepense* gibi türlerin baskın olduğu tespit edilmiştir (Dudic et al., 2020). Isparta’da elma bahçesinde yapılan bir başka çalışmada ise yabancı ot kontrolünde en çok mekanik mücadele (toprak işleme) tercih edilmektedir. Son yıllarda rototiller kullanımının arttığı, herbisit ve biçmenin daha az önem taşıdığı belirlenmiştir (Akbolat ve ark., 2006).

Gaziantep ilindeki nar bahçelerinde yapılan çalışmada 22 familyaya ait 35 yabancı ot türü saptanmıştır. En yoğun türler arasında horozibikleri (*Amaranthus* spp.), semizotu (*P. oleracea* L.), kanyaş (*S. halepense* (L.) Pers.), tarla sarmaşığı (*C. arvensis* L.), yeşil kirpidarı (*S. viridis* (L.) P. Beauv.), domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium* L.), sirken (*C. album* L.), yabani havuç (*Daucus carota* L.) ve kakhaha çiçeği (*Ipomoea purpurea* L. Roth.) yer almıştır (Muslu ve Tepe, 2016). Kiraz, ceviz, elma, badem ve armut bahçelerinde yapılan survey çalışmasında, 30 familyaya ait toplam 64 yabancı ot türü belirlenmiştir. En fazla türe sahip familyalar Asteraceae (13 tür), Poaceae (11 tür), Brassicaceae (5 tür) ve Lamiaceae (3 tür) olmuştur. Yoğunluk bakımından *A. retroflexus* (76 bitki/m²), *C. album* (54 bitki/m²), *Lactuca serriola* (27 bitki/m²), *D. stramonium* (24 bitki/m²) ve *P. oleracea* (21 bitki/m²) türleri öne çıkmıştır (Şin ve ark., 2019). Kore’de armut bahçelerinde yapılan çalışmada 24 familyadan 63 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Bunlardan 18’i egzotik yabancı ot olarak tanımlanmıştır. En baskın familyalar Compositae (10 tür), Poaceae (7 tür) ve Polygonaceae (6 tür) olmuştur. Türler arasında *Rumex crispus* ve *Poa annua* türleri öne çıkmıştır. Ayrıca çalışmada, tek bir kontrol yönteminin yeterli olmadığını, çoklu yöntemlerin daha etkili olduğunu saptamışlardır (Jia et al., 2017).

Türkiye'nin en önemli ihraç ürünlerinden fındığın merkez üretim alanı olan Ordu'da yapılan iki kapsamlı araştırma dikkat çekicidir. İlkinde 75 üreticiyle yapılan anket, üreticilerin yabancı otları kısmen tanıdığını (%97), en yaygın mücadele yöntemlerinin biçme (%89) ve hayvan otlatma (%43) olduğunu, kimyasal mücadele oranının ise %9'da kaldığını ortaya koymuştur. Sorun oluşturan başlıca yabancı ot türleri *Urtica dioica*, *Rubus canescens*, *Pteridium aquilinum* ve *Helleborus orientalis* olarak saptamışlardır (Yonat ve Kolören, 2023). Diğer çalışmada 2021–2022 yıllarında yapılan surveylerde 49 familyaya ait 194 yabancı ot türü belirlenmiş, *U. dioica* ve *Rumex crispus*'un organik maddeyle pozitif ilişkili olduğu saptanmıştır. Üreticiler yine en çok biçme ve otlatma yöntemlerini kullanmaktadır (Yonat, 2023). Benzer şekilde Düzce'de 2021–2022 yıllarında yapılan ankette üreticilerin %84'ünün yabancı otları ciddi sorun olarak gördüğü, %80'inin biçme, %9'unun kimyasal mücadele uyguladığı tespit edilmiştir. Fakat yapılan bu uygulamalara rağmen böğürtlen, eğrelti otu, tarla sarmaşığı, ısırgan otu ve köpek dişi ayrığı ile mücadelede üreticilerin zorlandığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu alanlarda 45 farklı sorun olan yabancı ot türleri bildirilmiştir. Bu yabancı ot türlerinden yaygın olarak dam bromu (*Bromus tectorum* L.), tek yıllık salkımotu (*Poa annua* L.), yara otu (*Prunella vulgaris* L.), yonca (*Medicago sativa* L.), şebrek (*Lapsana communis* L.), bataklık sinirotu (*Plantago lanceolata* L.), kuzukulağı (*Rumex acetosella* L.), ak üçgül (*Trifolium repens* L.), böğürtlen (*Rubus sanctus* Schreb), tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.), yabani çilek (*Fragaria vesca* L.) ve kadife otu (*Holcus lanatus* L.) olduğunu bildirmişlerdir (Sizer ve ark., 2024).

Antalya'da 100 bahçede yapılan survey çalışmasında 16 familyaya ait 44 yabancı ot türü saptanmıştır. En yaygın türler *Xanthium strumarium*, *Portulaca oleraceae*, *Sorghum halepense*, *Cyperus rotundus* ve *Echinochloa crusgalli* olmuştur (Arıkan ve ark., 2015). Muğla'da turunçgil üreticileriyle yapılan anket çalışmasında ise üreticilerin yalnızca %14'ünün yabancı ot biyolojisi ve mücadelesi hakkında detaylı bilgiye sahip olduğu; herbisit kullanımının yüksek (%78) olmasına rağmen etkinliğin düşük kaldığı, toprak işlemenin yaygınlaştığı ve çevresel hassasiyetlerin sınırlı olduğu görülmüştür (Akdeniz ve ark., 2015). Malatya'da kayısı üreticileri üzerinde yapılan ankette, pestisit uygulamalarında doz, dönem ve ekipman konularında dikkatli davranılsa da çevre ve insan sağlığına gereken özenin gösterilmediği, herbisit kullanımının işgücü maliyetlerini azaltma ve kolay uygulama avantajları nedeniyle yaygınlaştığı tespit edilmiştir. Sorun oluşturan başlıca yabancı otlar çok yıllık türler olup *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon*, *C. arvensis* ve *Cirsium arvense* öne çıkmıştır (Salman ve ark., 2011).

Antalya'nın Alanya ve Gazipaşa ilçelerinde muz bahçelerinde yapılan sürveyde 22 familyaya ait 67 yabancı ot türü belirlenmiş; *P. oleracea*, *Amaranthus albus*, *Amaranthus retroflexus*, *Oxalis corniculata* ve *Cyperus rotundus* türleri en sık rastlananlar olmuştur. Toprak ve iklim faktörleri yabancı ot dağılımında önemli rol oynamıştır (Yılmaz ve ark., 2019).

Şanlıurfa'da antepfıstığı bahçelerinde örtücü bitki uygulamaları (*Vicia sativa*, *V. villosa* ve kombinasyonları) yabancı ot kaplama alanını önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (Göksu ve Kolören, 2018). Ordu'da benzer yöntemlerle kivi bahçelerinde yapılan denemeler, örtücü bitki kullanımının hem genç hem yaşlı bahçelerde yabancı ot yoğunluğunu düşürdüğünü göstermiştir. Genç ve yaşlı bahçede toplam 14 farklı yabancı ot türü saptanmıştır. Genç bahçede görülen en önemli yabancı ot türleri, *Bromus tectorum* L., *Geranium dissectum* L., *Lamium purpureum* L., *Lolium perenne* L. ve *Rumex crispus* L. 'dur. Yaşlı bahçede görülen en önemli yabancı ot türleri ise, *L. purpureum* L., *L. perenne* L., *R. crispus* L., *Fragaria vesca* L. ve *Veronica hederifolia* L. olduğu tespit edilmiştir (Gündoğan ve Kolören, 2022). Meyve bahçelerinde görünen yabancı otlar çizelge 1' de gösterilmektedir (Arıkan ve ark., 2015; Eşitmez ve Işık, 2016; Muslu ve Tepe, 2016; Parin ve Gürbüz, 2022; Sizer ve ark., 2024).

Çizelge 1. Meyve sorun olan yabancı ot türleri

Familyası	Bilimsel Adı	Türkçe Adı	Familyası	Bilimsel Adı	Türkçe Adı
Amaranthaceae	<i>Amaranthus albus</i> L.	Horozibiği		<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pallas	Sarı taş yoncası
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	K. köklü tilki kuyruğu		<i>Ononis spinosa</i> L.	Kayışkıran
	<i>Chenopodium album</i> L.	Sirken		<i>Trifolium arvense</i> L.	Üçgül
Apiaceae	<i>Bifora radians</i> Bieb.	Kokarot		<i>Trifolium pratense</i> L.	Çayır üçgülü
	<i>Bupleurum lancifolium</i> Hornem.			<i>Trifolium repens</i> L.	Ak üçgül
	<i>Daucus carota</i> L.	Kara havuc		<i>Vicia sativa</i> L.	Fiğ
	<i>Echinophora tenuifolia</i> L.	Tarhana otu	Geraniaceae	<i>Erodium malacoides</i> L.	Dönbaba
	<i>Torilis</i> sp.	İnce pıtrak		<i>Geranium molle</i> L.	
	<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	Pıtrak	Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Sarı kantaron
Asteraceae	<i>Anthemis altissima</i> (L.) var. <i>altissima</i>	Papatya	Labiatae (Lamiac.)	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Ballıbaba
	<i>Anthemis cretica</i> Subsp. <i>anotolica</i> (Boiss.) Grierson	Horoz papatyası		<i>Salvia sclarea</i> L.	Misk Adaçayı
	<i>Arctium</i> sp.	Dulavrat otu		<i>Stachys</i> sp.	
	<i>Carduus nutans</i> L.	Deve diken		<i>Wiedemannia orientalis</i> Fisch. and Mey	Doğu Ballıbabası
	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Ak hindiba	Lamiaceae	<i>Mentha arvensis</i> L.	Nane
	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop	Köygöçüren	Liliaceae	<i>Allium</i> sp.	Yabani soğan
	<i>Crepis foetida</i> L.	Hindiba	Malvaceae	<i>Hibiscus</i> sp.	Hatmi
	<i>Lactuca serriola</i> L.	Yabani marul		<i>Malva</i> sp.	Ebe Gümece
	<i>Senecio vernalis</i> Waldst & Kit	Kanaryaotu		<i>Malva sylvestris</i> L.	Büyük ebegümece
	<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber	Karahindiba		<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	Deve tabanı
	<i>Tragopogon latifolius</i> Boiss.	İri yapraklı yemlik	Nitrariaceae	<i>Peganum harmala</i> L.	Üzerlik
	<i>Achillea wilhelmsii</i> C. Koch	Civanperçemi	Orobanchaceae	<i>Orobanche ramosa</i> L.	Canavar otu
	<i>Acroptilon repens</i> (L.) D.C.	Kekre	Papaveraceae	<i>Fumaria asepalae</i> Boiss.	Beyaz çiçekli şahtere
	<i>Centaurea iberica</i>			<i>Fumaria officinalis</i> L.	Şahtere
	<i>Centaurea cyanus</i> L.	Peygamber çiçeği		<i>Hypecoum imberbe</i> Sibth. and Sin.	Boynuzlu kimyon

	<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Güneş çiçeği		<i>Papaver rhoeas</i> L.	Gelincik
	<i>Cichorium intybus</i> L.	Şikori		<i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC	Mor gelincik
	<i>Conyza canadensis</i> L.		Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Dar yapraklı sinir otu
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Dikenli eşek marulu		<i>Plantago major</i> L.	Sinirli ot
	<i>Tanacetum balsamita</i> ssp. <i>balsamita</i>	Şifalı solucan otu	Poaceae	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	Çayır tilkikuyruğu
	<i>Taraxacum</i> sp.	Karahindiba		<i>Avena fatua</i> L.	Yabani yulaf
	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Domuz pıtrağı		<i>Bromus tectorum</i> L.	Püsküllü Çayır
Boraginaceae	<i>Alkanna tinctoria</i> L. Tausch.	Havacıva otu		<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Köpek dişi ayrığı
	<i>Anchusa azurea</i> Miller.	İtalyan sığır dili.		<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Çatal otu
	<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) Johnston	Taşkesen otu		<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv	Darıcan
	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Bozot		<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vign.	
Brassicaceae	<i>Alyssum desertorum</i> S. var. <i>desertorum</i>	Küçük taş otu		<i>Hordeum murinum</i> L.	Yabani darı
	<i>Alyssum sibiricum</i> Willd.	Alis, Kuduz otu		<i>Lolium temulentum</i> L.	Delice
	<i>Boreava orientalis</i> Jaub and Spach.	Sarıot		<i>Phragmites australis</i> Cav. Trin.	Kamış
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Çoban çantası		<i>Poa annua</i> L.	Salkım otu
	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	Yabani tere		<i>Poa trivialis</i> L.	Çayır çimeni
	<i>Descurania sophia</i> (L.) Webb Ex Prantl	Sadır otu		<i>Seteria viridis</i> L.	Kırpi darı
	<i>Erysimum repandum</i> L.	Pekmez hardalı		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Kanyaş
	<i>Isatis tinctoria</i> L.	Çivit otu	Polygonaceae	<i>Polygonum bellardii</i> All.	Süpürge
	<i>Lepidium draba</i> L.	Yabani tere		<i>Polygonum cognatum</i>	Madımak
	<i>Lepidium perfoliatum</i> L.	Geniş yapraklı tere		<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Sarmaşık çoban değneği
	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Yabani turp		<i>Rumex crispus</i> L.	Kıvırcık labada
	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	Küçük turp		<i>Rumex</i> sp.	Labada

	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabani hardal	Portulacaceae	<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.	Ayrık
	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	Bülbül otu		<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson	Tilki Kuyruğu
Caryophyllaceae	<i>Holosteum umbellatum</i> L.	Şemsiye teli		<i>Portulaca oleracea</i> L.	Semiz otu
	<i>Silenelatifolia</i> subsp. <i>alba</i>	Nakıl	Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Fare kulağı
	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Serçe dili	Ranunculaceae	<i>Adonis flammea</i> Jacq.	Kan damlası
	<i>Vaccaria pyramidata</i> Medik	Arap Baklası		<i>Ceratocephalus falcatus</i> (L.) Pers.	Orak yapraklı düğün çiçeği
Chenopodiaceae	<i>Salsola kali</i> L.	Soda otu		<i>Consolida orientalis</i> (Gay) Schröd	Doğu tarla hezeranı
	<i>Salsola ruthenica</i> Iljin.	Keteğen		<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Tarla düğün çiçeği
Compositae	<i>Erigeron canadensis</i> L.	Kanada şifaotu	Resedaceae	<i>Rese dalutea</i> L.	Muhabbet çiçeği
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	Rosaceae	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	Koyunotu
	<i>Convolvulus galacticus</i> Rostan. ex. Cho-isy	Boz tarla sarmaşığı	Rosaceae	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	Küçük çayır Dügmesi
Cuscutaceae	<i>Cuscuta</i> spp.	Küsküt	Rubiaceae	<i>Cruciata taurica</i> (P.ex.W.) Ehrend	Yoğurt otu
Euphorbiaceae	<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) Rafin.	Bambul otu		<i>Galium aparine</i> L.	Dilkanatan
	<i>Euphorbia aleppica</i> L.	Halep sütleğeni		<i>Galium tricornutum</i> Dandy.	Boynuzlu yoğurt otu
	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Güneş sütleğeni	Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> spp.	Sığır Kuyruğu
Fabaceae	<i>Alhagi pseudalhagi</i> (Bieb.) Desv.	Deve dikenini		<i>Veronica</i> spp.	Yavşan otu
	<i>Astragalus hamosus</i> L.	Geven	Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	Köpek üzümü
	<i>Coronilla varia</i> L. subsp. <i>varia</i>	Taçlı fiğ	Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	Isırgan otu
	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Meyan	Violaceae	<i>Viola</i> sp.	Menekşe
	<i>Lathyrus</i> sp.	Mürdümük	Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Demir dikenini
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Gazal Boynuzu			
	<i>Medicago sativa</i> L.	Yonca			

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yabancı otlar, meyve bahçelerinde en kalıcı ve ekonomik açıdan önemli biyotik kısıtlamalardan biridir. Yabancı otlar su, besin ve ışık için meyve ağaçlarıyla doğrudan rekabet ederken, aynı zamanda zararlılar ve patojenler için alternatif konakçılar olarak da görev yaparlar. Meyve bahçelerinde yapılan oldukça zengin bir yabancı ot çeşitliliğine sahip olduğu, tür sayısı çalışmalarda genellikle 50 ile 130 arasında, familya sayısı ise 15 ile 46 arasında değişmektedir. En fazla türe sahip familyalar arasında Poaceae, Asteraceae ve Fabaceae öne çıkmaktadır. Ortalama yoğunluk değerleri birçok çalışmada 100–130 bitki/m² düzeyinde bulunmuş olup, bu oran meyve bahçelerinin tarla bitkilerine göre daha yoğun bir yabancı ot örtüsüne sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle çok yıllık ve rizomla çoğalan türler, bahçelerin ekonomik ömrü boyunca varlığını sürdürerek üreticiler için uzun vadeli zorluklar yaratır. Bu nedenle, yabancı ot yönetimi, bahçenin kuruluşundan başlayarak tüm üretim döngüsü boyunca sürdürülen sürekli ve stratejik bir süreç olarak ele alınmalıdır. Mevcut kontrol stratejilerinin değerlendirilmesi, hiçbir yöntemin tek başına sürdürülebilir bir çözüm sunmadığını açıkça göstermektedir. Bulgular, entegre mücadele yönteminin gerekliliğini açıkça vurgulamaktadır. Kültürel, mekanik, kimyasal ve biyolojik stratejilerin birleştirilmesi genel etkinliği artırır, direnç risklerini azaltır ve çevresel riski azaltır. Dron ile izleme, sensör tabanlı ilaçlama ve yapay zeka destekli karar sistemleri gibi hassas tarım teknolojilerinin benimsenmesi, entegre yabancı ot yönetimi yaklaşımlarını daha da güçlendirir ve uzun vadeli verimliliklerini artırır. Bu bulgular çerçevesinde; Meyve bahçelerinde yabancı ot yönetimi, izole bir uygulama olarak değil, sürdürülebilir üretim sistemlerinin temel bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir. Entegre yaklaşımların daha geniş çapta benimsenmesini sağlamak için çiftçi eğitimi ve bilgi aktarımı iyileştirilmelidir. Kimyasal bağımlılığı azaltmak ve kaynak kullanımını optimize etmek için hassas teknolojiler yabancı ot yönetimi programlarına entegre edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Abbas, T., Zahir, Z. A., Naveed, M., & Kremer, R. J. (2018). Limitations of existing weed control practices necessitate development of alternative techniques based on biological approaches. *Advances in Agronomy*, 147, 239-280.
- Abouziena, H. F., Haggag, W. M., El-saeid, H. M., & Abd El-Moniem, E. A. (2016). Safe methods for weed control in fruit crops: challenges, and opportunities. *Der Pharmacia Letter*, 8(5), 325-339.

- Akbolat, D., Algın, B., Ekinci, K., & Yılmaz, Ş. (2006). Isparta ilindeki elma bahçelerinde mekanik yabancı ot savaş yönteminin kullanılma durumunun belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 33-39.
- Akdeniz, M., Gözener, B., Önen, H., & Sayılı, M. (2015). Turunçgil yetiştiricilerinin yabancı otlarla mücadelede karşılaştıkları sorunlar ve çözüm yolları üzerine bir araştırma. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 4(2), 38-49.
- Arıkan, L., Kitiş, Y. E., Uludağ, A., & Zengin, H. (2015). Antalya ili turunçgil bahçelerinde görülen yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 18(2), 12-22.
- Atay, E., Gargin, S., Esitken, A., Guzel, E.N., Atay, A.N., Altındal, M., et al. 2017. The effect of weed competition on apple fruit quality. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 45(1):120-125.
- Dudic, M., Meseldzija, M., Ljevnaić-Masić, B., Rajković, M., Marković, T., Begović, R., ... & Ivanović, I. (2020). Weed composition and control in apple orchards under intensive and extensive floor management. *Chilean journal of agricultural research*, 80(4), 546-560.
- Eşitmez, B., & Işık, D. (2016). Kayseri ili elma bahçelerinde görülen yabancı ot türlerinin belirlenmesi. *Meyve Bilimi*, 3(1), 1-9.
- Futch, S. H., Sellers, B. A., & Kanissery, R. G. (2019). 2019–2020 Florida Citrus Production Guide: Weeds: HS-107/CG013, rev. 4/2019. *EDIS*, 12-12.
- Göksu, M. S., & Kolören, O. (2018). Şanlıurfa ili Antep fıstığı bahçelerinde yabancı otlar ile mücadelede örtücü bitki kullanımının araştırılması. *Turkish Journal of Weed Science*, 21(2), 16-25.
- Gündoğan, T. T., & Kolören, O. (2022). Ordu ili kivi bahçelerinde yabancı otlar ile mücadelede örtücü bitki kullanımının araştırılması. *Turkish Journal of Weed Science*, 25(1), 40-53.
- Jia, W., Hwang, K. S., Won, O. J., Oh, T. K., Shinogi, Y., & Park, K. W. (2017). Occurrence of weed species in pear orchards in Chungnam province of Korea.
- Lisek, J. (2014). Possibilities and limitations of weed management in fruit crops of the temperate climate zone. *Journal of plant protection research*.
- Mia, M. J., Massetani, F., Murri, G., Facchi, J., Monaci, E., Amadio, L., & Neri, D. (2020). Integrated weed management in high density fruit orchards. *Agronomy*, 10(10), 1492.
- Monteiro, A., & Santos, S. (2022). Sustainable approach to weed management: The role of precision weed management. *Agronomy*, 12(1), 118.
- Muslu, T., & Tepe, İ. (2016). Gaziantep'te nar bahçelerinde bulunan yabancı otlar. *Yüzuncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 26(1), 40-51.
- Parin, E., & Gürbüz, R. (2022). Determination of weeds flora in apple orchards of Iğdır province and approaches of farmers to solve the problems. *Commagene Journal of Biology*, 6(1), 85-93.
- Popolizio, S., Vivaldi, G. A., & Camposeo, S. (2023). Different weed managements influence the seasonal floristic composition in a super high-density olive orchard. *Plants*, 12(16), 2921.
- Salman, M. M., Önen, H., Özcan, S., Sayılı, M., & Gözener, B. (2011). Kayısı üreticilerinin yabancı otlar ve idareleri konusunda bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 14(1), 1-8.
- Sizer, V., Tepe, İ., & Arslan, Z. F. (2024). Düzce'de Fındık Üreticilerinin Yabancı Otlar Konusunda Karşılaştıkları Sorunlar. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(s1), 1988-1996.
- Şin, B., Öztürk, L., Sivri, N., Avcı, G. G., & Kadioğlu, İ. (2019). Weed flora of cherry, walnut, apple, almond and pear orchards in northwestern Marmara region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(12), 2252-2258.
- Twirkoski, T. J., & Glenn, D. M. (2012). Weed suppression by grasses for orchard floor management. *Weed Technology*, 26(3), 559-565.



- Yılmaz, E., Kadioğlu, İ., & Kitiş, Y. E. (2019). Antalya ili muz (*Musa cavendishii* Lam. ex. Payton) bahçelerinde görülen yabancı otların yaygınlık, yoğunluk ve ekolojik parametrelere bağlı olarak dağılımının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 22(1), 81-97.
- Yonat, H. (2023). Ordu İli Fındık Bahçelerinde Sorun Olan Yabancı Otlar ve Dağılımlarının Ekolojik Faktörlerle İlişkilendirilmesi.
- Yonat, H., & Kolören, O. (2023). Fındık Üreticilerinin Yabancı Otlar ve Mücadelesi Hakkında Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 26(2), 130-143.
- Zimdahl, R. L. (2018). Fundamentals of weed science.

SEBZE BAHÇELERİNDE SORUN OLAN YABANCI OTLAR**Arş. Gör. Seren DOĞAR KAVAN,**Research Assistant, Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Iğdır,
Türkiye,**ORCID: 0000-0003-2757-594X****ÖZET**

Yabancı otlar, sebze üretiminde verim ve kaliteyi sınırlayan en önemli biyotik stres faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Sebzeler, erken gelişim dönemlerinde yavaş büyüdüklerinden yabancı otlarla rekabete oldukça duyarlıdır. Yabancı otlar; ışık, su, besin ve alan için kültür bitkileriyle yarışarak hem doğrudan verim kayıplarına yol açmakta hem de zararlılar ve patojenler için konukçu görevi üstlenerek dolaylı etkiler oluşturmaktadır. Ayrıca yüksek tohum üretim kapasiteleri ve uzun süreli toprak tohum bankası oluşturmaları nedeniyle sebze alanlarında kalıcı sorunlar meydana getirmektedir. Bu çalışmada sebze bahçelerinde yabancı ot sorunu ve sebze üretim alanlarında yoğun olarak görünen yabancı ot türleri ele alınacaktır.

Farklı bölgelerde yapılan sürvey çalışmalarında, yaygın olarak görünen Poaceae, Asteraceae, Amaranthaceae, Brassicaceae ve Fabaceae gibi familyalar bulunmaktadır. Sebze alanlarında *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea*, *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album* ve *Cyperus rotundus* gibi türlerin yaygın olduğu tespit edilmiştir. Bu türler, yüksek rekabet güçleri ve adaptasyon yetenekleri sayesinde üretimde önemli kayıplara yol açmaktadır. Yapılan araştırmalar, domates, havuç, marul, patlıcan ve lahana gibi sebzelerde verim kayıplarının %30–80 arasında değiştiğini göstermektedir. Ayrıca yabancı ot türleri yapılan mücadele yöntemine, iklim koşullarına, coğrafik bölgelere ve toprak yapısına göre farklılık göstermektedir. Sürdürülebilir sebze üretimi için farklı yöntemlerin birlikte kullanıldığı entegre yaklaşımların yaygınlaştırılması kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Entegre yabancı ot yönetimi, Sebze bahçeleri, Sürvey çalışmaları, Yabancı otlar

WEEDS AS A PROBLEM IN VEGETABLE GARDENS**ABSTRACT**

Weeds are considered one of the most important biotic stress factors limiting yield and quality in vegetable production. Vegetables are highly susceptible to competition from weeds due to their slow growth in the early stages of development. Weeds compete with crop plants for light,

water, nutrients, and space, leading to direct yield losses, and also indirectly by acting as hosts for pests and pathogens. Furthermore, due to their high seed production capacity and the formation of long-term soil seed banks, they pose persistent problems in vegetable gardens. This study will address weed problems in vegetable gardens and the weed species most prevalent in vegetable production areas.

Surveys conducted in different regions have revealed that families such as Poaceae, Asteraceae, Amaranthaceae, Brassicaceae, and Fabaceae are common. Species such as *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea*, *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, and *Cyperus rotundus* have been identified as common in vegetable gardens. These species, due to their high competitiveness and adaptability, cause significant production losses. Studies show that yield losses in vegetables such as tomatoes, carrots, lettuce, eggplant, and cabbage range from 30% to 80%. Furthermore, weed species vary depending on the management method used, climatic conditions, geographic regions, and soil structure. The widespread adoption of integrated approaches that combine different methods for sustainable vegetable production is critical.

Keywords: Integrated weed management, Vegetable gardens, Survey studies, Weeds

GİRİŞ

Yabancı otlar, tarımsal üretim üzerinde önemli ekonomik etkileri olan ve biyolojik çeşitliliğin korunması açısından da büyük tehdit oluşturan etmenlerden biridir. Yabancı otlar, ürün verimini ve kalitesini olumsuz etkiler, çiftlik yönetimini ve kârlılığını etkiler. İklim değişikliği ve yoğun ekim nedeniyle yabancı ot istilası önemli bir risk haline gelmiştir. Tarımda, yabancı otların besin, su, alan, güneş ışığı gibi kaynaklar için arzu edilen bitkilerle rekabet etmesi ve bitki büyümesini kısıtlaması nedeniyle uzun zamandır bir endişe kaynağı olmuştur. Ayrıca bitki patojenleri, nematodlar, akarlar ve böcekler için konukçu ve vektör olabilirler. Yabancı otların ayrıca çimler, parklar, peyzaj mimarlığı, golf sahası ve diğer doğal alanlar gibi kozmetik, eğlence ve dekoratif amaçlar üzerinde ekonomik etkileri vardır (Ferdous, 2023).

Sebze yetiştiriciliği, belirli bir yabancı ot yönetimi yaklaşımı gerektirir. Çeşitli üretim sorunları, sebzelerin kalitesini ve verimini düşürür. Tuzluluk, kuraklık stresi ve iklim değişiklikleri, sebze verimini azaltan abiyotik faktörlerden birkaçıdır. Verimi azaltan başlıca biyotik faktörler arasında ise hastalık patojenleri, böcek zararlıları, virüsler ve yabancı otlar bulunur. Sebzeler, gıda

ve besin güvenliği sağlayan zengin vitamin, mineral ve lif kaynaklarıdır. Bu da bahçe bitkilerinde döviz yaratır, istihdam yaratır ve işleme endüstrileri için hammadde sağlar. Sebze alanları genellikle küçüktür, ancak ticari ve gastronomi açısından değer gören yüksek değerli ürünler üretir. Meyvesi ve yaprakları yenilen bitkiler, yerel veya bölgesel düzeydeki çiftçiler ve işçiler için önemli bir gelir kaynağı sağlar. Yabancı otlar sadece sebzelerin verimini düşürmekle kalmaz, aynı zamanda kalitelerini ve pazar değerlerini de düşürür. Bu ürünlerin çoğu yavaş büyür ve erken aşamalarda gölgelik gelişimi zayıftır. Bu durum, sebzeleri yabancı otlarla rekabete açık hale getirir ve bu da ürünlerin verimini ve kalitesini olumsuz etkiler. Ürün kalitesi, bahçecilik sektörünün önemli bir unsurudur. Çiftçiler genellikle yabancı otların verim kayıpları ve kontrol maliyetleri açısından olumsuz etkilerinin farkında değildir. Yabancı ot kontrolü, bitkisel üretimde en önemli uygulamalardan biri olarak görülmektedir çünkü iyi bir yabancı ot kontrolü, maksimum verim ve yüksek kaliteli tarım ürünleri sağlayacaktır. Çoğu bahçe bitkisinin, özellikle de ekimlerinin ilk aşamalarında, büyümesi çok yavaş olduğundan, yüksek verim ve kaliteyi sağlamak için yabancı ot kontrolüne yeterince erken başlamak zorunludur (Attri et al., 2022).

3. Sebze Bahçelerinde Yabancı Ot Sorunu

Sebze bahçelerindeki yabancı otlar, ürünler arasında büyüyen ve temel kaynaklar için onlarla rekabet eden istenmeyen bitkilerdir. Birkaç yabancı bitki ekolojik değere sahip olsa da, sebze bahçelerinde çoğunlukla ciddi sorunlara yol açmaktadırlar (Latimer & McDaniel, 2009).

Yabancı otlar sebze nasıl sorun haline gelmektedir? Sorusuna bakıldığında bu cevaplar ile karşılaşmaktayız. Yabancı otlar, sebze bitkileriyle ışık, su, besin ve alan için rekabet etmektedir. Birçok yabancı ot, kıt kaynakları elde etmede oldukça etkilidir, bu nedenle genç sebze bitkileriyle rekabet edebilirler. Çoğu yabancı ot türü çok sayıda tohum üretir ve tohumları toprakta yıllarca canlı kalır. Bu, yabancı otlarla mücadele edilmediği takdirde zamanla popülasyonlarının artma eğiliminde olduğu anlamına gelmektedir (Mercado, 1979). Yabancı otlar, böcek zararlıları, patojenler ve mantar sporları için alternatif konukçu veya sığınak görevi görebilmektedir. Böylece sebze bitkileri üzerindeki hastalık veya zararlı baskısını artırabilir (Dentika et al., 2021). Sebze bahçelerinde sınırlı sayıda herbisit aşırı kullanımı, herbisite dirençli yabancı ot popülasyonlarının gelişmesine yol açabilmektedir. Bu durum, sebzeler için onaylanan herbisit seçeneklerinin sınırlı olması nedeniyle özellikle sorunludur (Boyd et al., 2022). Yabancı otlar sebze bitkilerinin büyümesini engellediğinden, verim ve ürün kalitesi düşmektedir. Şiddetli istilalarda, yabancı otlar

tarlaların bazı kısımlarında ürün kaybına bile neden olmaktadır. Yapılan çalışmada sebzelerin ekonomik verimindeki azalmanın patatesten %6-82, bezelyede %25-30, havuçta %70-80, soğanda %67, domatesten %42-71 ve karnabaharda %61 olduğu bildirilmiştir (Singh et al., 2019).

Yabancı otların nasıl sorunlu hale geldiğini anlamak için ekolojik stratejilerini de incelemek gerekmektedir. Birçok yabancı ot türü hızlı bir şekilde çimlenir ve yavaş büyüyen sebze fidelerine göre bir adım öndedir. Yabancı ot tohumları, uygun koşullar oluşana kadar genellikle dormanside kalmaktadır. Bazıları ise toprak tohum bankasında uzun yıllar hayatta kalır. Tek bir yabancı ot bitkisi binlerce ila on binlerce tohum üretebilir ve böylece her mevsim toprağın tohum bankasını yeniler. Aynı zamanda yabancı ot, bitkilerin tolere edemeyeceği düşük toprak verimliliğine, kuraklığa veya marjinal koşullara tolerans göstermektedir (Chauhan et al., 2012). Bu özellikler göz önüne alındığında yabancı ot kontrolünün proaktif, tutarlı ve entegre olması gerekmektedir.

Başarılı bir yabancı ot yönetimi stratejisi genellikle birden fazla yöntemi birleştirir. Bu yöntemler kültürel, mekanik, biyolojik ve kimyasal yöntemleri barındırmaktadır. Bu yöntemleri açacak olursak örneğin, aşırı toprak işleme, gömülü yabancı ot tohumlarının yüzeye çıkmasına ve çimlenmelerinin artmasına neden olur. Zamanlama ve minimum müdahale, yabancı ot çıkışını azaltabilir. Tohum yatağını hazırlayıp ve önce yabancı otların filizlenmesini beklenmelidir. Ardından ürünü ekmeden/dikmeden önce bu yabancı otları temizlemek gerekmektedir. Bu, ana ürün yerleşmeden önce yabancı ot tohum bankasını azaltır. Nadas dönemlerinde örtü bitkileri (örneğin çavdar, fiğ, yonca) ekimi yabancı ot gelişimini baskılayabilmektedir. Aynı zamanda yabancı otlarla rekabet edebilir ve toprak sağlığını iyileştirebilir. Çıplak toprağı örtmek için organik malç (saman, yapraklar, odun parçaları) kullanılabilir. Böylece yabancı ot tohumlarını ışıktan mahrum kalmasını ve büyümelerinin engellenmesini sağlar. Elle yolma veya çapa yapılabilir. Sıcak aylarda toprağın sıcaklığını artırmak, yabancı ot tohumlarını ve toprak kaynaklı patojenleri öldürmek için toprağı şeffaf plastikle örterek solarizasyon yapılabilir. Herbisite dirençli yabancı otları seçmekten kaçınmak için, herbisit etki biçimlerini dönüşümlü olarak kullanılmalıdır. Kimyasal olmayan yöntemleri entegre edip ve tek bir herbisite aşırı bağımlılıktan kaçınılmalıdır (Chacko et al., 2021; Riemens et al., 2022).

4. Sebze Bahçelerinde Sorun Olan Yabancı Ot Türleri

Sebze üretiminde verim ve kaliteyi sınırlayan en önemli etmenlerden biri yabancı otlardır. Yabancı otlar, kültür bitkileri ile su, besin ve ışık için rekabete girerek hem doğrudan verim kaybına neden olmakta hem de hastalık ve zararlıların barınağı olabilmektedir. Türkiye'nin farklı bölgelerinde ve dünya genelinde yapılan pek çok çalışma, bu sorunun yaygınlığını ve mücadele yöntemlerini ortaya koymaktadır. Sebze üretimi yapılan alanlarda birçok yabancı otlarla karşılaşabilmektedir. Örneğin, Siirt ilinde sebze üretim alanlarında gerçekleştirilen bir sürveyde 20 familyaya ait 52 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Dar yapraklılar içinde *Sorghum halepense* (%67,5), *Echinochloa crus-galli* (%22,5) ve *Cynodon dactylon* (%17,5); geniş yapraklılarda ise *Portulaca oleracea* (%92) ve *Amaranthus retroflexus* (%82) en yaygın türler olarak gözlemlenmiştir (Sırrı ve Özaslan, 2020).

Hatay ili marul üretim alanlarında 24 familyaya ait 59 yabancı ot türü belirlenmiştir. *Avena sterilis*, *Sinapis arvensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Convolvulus arvensis* ve *Chenopodium album* en sık rastlanan türler olmuştur (Soylu ve ark., 2017). Yine Hatay'da havuç alanlarında yapılan bir diğer araştırmada 26 familyaya ait 78 tür saptanmıştır. *Cyperus rotundus* en yoğun yabancı ot olarak kaydedilmiştir. Ayrıca parazitik türlerden *Orobancha crenata* ve *Phelipanche ramosa* havuç kökünde %58–92 oranında kayıplara yol açmıştır (Üremiş ve ark., 2020).

Iğdır ili domates ekim alanlarında yapılan çalışmalar, 13 familyaya ait 36 yabancı ot türü ortaya koymuştur. *Sorghum halepense* ve *Convolvulus arvensis* en yüksek rastlama sıklığına sahip bulunmuş, çiftçilerin %80'i yabancı otların en büyük problem olduğunu belirtmiştir (Akelma ve Ark., 2022). Aynı bölgede farklı malç materyallerinin denendiği bir çalışmada ise 15 cm kalınlığında saman ve kâğıt malç uygulamaları, yabancı ot yoğunluğunu %91'in üzerinde azalttığını tespit etmişlerdir. Deneme alanında 9 familyaya ait 16 yabancı ot türü tespit edilmiştir. *S. halepense* (L.) Pers., *Xanthium strumarium* L. ve *C. album* L. yabancı ot türleri yoğun olarak görülmüştür (Tülek ve Ark., 2022). Domateste bazı yerli çeşitlerin yabancı otları doğal olarak baskıladığı ve *Amaranthus palmeri* ile *Digitaria sanguinalis* gibi türlerin biyokütlesini %80'e kadar azalttığını tespit edilmiştir (Werle et al., 2022). Ayrıca yapay zekâ temelli görüntü tanıma sistemlerinin (RetinaNet, YOLOv7, Faster-RCNN) domates tarlalarında *Portulaca oleracea* ve *Solanum nigrum* gibi yabancı otları gerçek zamanlı yüksek doğrulukla tespit edebildiği gösterilmiştir (López-Correa et al., 2022).

Ege Bölgesi'nde yaprağı yenen sebze alanlarında 58 yabancı ot türü kaydedilmiş, kış ekimlerinde *Stellaria media*, yaz ekimlerinde ise *Portulaca oleracea* öne çıkmıştır (Sokat, 2019). Benzer sorunlar farklı coğrafyalarda da görülmektedir. Fildişi Sahili'nde Gagnoa kentinde yapılan araştırmada 8 familyaya ait 14 tür belirlenmiştir. *Cyperus rotundus*, *Phyllanthus amarus* ve *Ageratum conyzoides* en zararlı türler olarak rapor edilmiştir (Souleymane et al., 2018). Pakistan Azakhel Botanik Bahçesi'nde yazlık dönemde 15 familyaya ait 30 tür saptanmıştır. Çoğunluğu tek yıllık olduğu için tohum oluşumunun engellenmesiyle kontrolün mümkün olacağı belirtilmiştir (Hadi et al., 2009).

Fiji adalarında patlıcan ekim alanlarında 18 familyaya ait 40 yabancı ot türü saptanmıştır. Özellikle Poaceae familyasından *Cynodon dactylon*, *Echinochloa colona* ve *Eleusine indica* baskın bulunmuştur (Deesh et al., 2025). Patlıcanda farklı mücadele yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada ise en yüksek verim elle çapalama ile elde edilirken, siyah plastik malç %87'nin üzerinde yabancı ot kontrolü sağlanmıştır (Almhemed and Ustuner, 2022). İtalya'da kışlık örtü bitkilerinin (yulaf, fiğ, kanola) biber tarlalarında yabancı ot yoğunluğunu ve tür çeşitliliğini azalttığı, özellikle yulaf artıklarının en yüksek baskıyı oluşturduğu belirlenmiştir (Radicetti et al., 2013). Lahana tarlalarında ise erken dönemde yabancı ot temizliğinin yapılmaması, özellikle *Stellaria media*'nın yoğun rekabeti nedeniyle verim ve kalite kayıplarına yol açmıştır (Lawson, 1972). Sırbistan'da lahana ve soya tarlalarında yapılan toprak tohum bankası çalışmasında da *Portulaca oleracea* ve *Amaranthus retroflexus* en fazla canlı tohuma sahip türler olarak kaydedilmiştir (Popov et al., 2024).

SONUÇ

Yabancı otlar, sebze bahçelerindeki en kalıcı bitki koruma sorunlarından birini temsil etmektedir. Verimi ve ürün kalitesini düşürmektedir. Aynı zamanda zararlılar ve hastalıklar için konukçu görevi görmektedir. Hızlı büyümeleri, verimli tohum üretimi ve farklı koşullara uyum sağlama yetenekleri onları sebze bitkilerine karşı oldukça rekabetçi kılmaktadır. Türkiye ve dünya genelinde yapılan çalışmalar, sebze üretim alanlarında yabancı otların yaygınlığını, ekonomik zarar potansiyelini ve farklı kontrol yöntemlerinin etkinliğini ortaya koymaktadır.

Etkili yönetim, önleyici uygulamaları, kültürel stratejileri, fiziksel kontrolü ve uygun olan durumlarda herbisitlerin akıllıca kullanımını birleştiren entegre bir yaklaşımı gerektirmektedir. Sürdürülebilir yabancı ot kontrolü, toprak sağlığını, ürün rotasyonunu ve direnç gelişimini

geciktirmek için kimyasallara olan bağımlılığın azaltılmasını vurgulanmalıdır. Sonuç olarak, proaktif ve çeşitlendirilmiş yönetim daha sağlıklı sebze ürünleri, daha yüksek verimlilik ve bahçe sistemlerinin uzun vadeli dayanıklılığını sağlar.

KAYNAKÇA

- Akelma, Z., Gürbüz, R., & Alptekin, H. (2022). Iğdır ili domates ekim alanlarında yabancı ot sorununun belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 25(2), 111-121.
- Almhemed, K., & Ustuner, T. (2022). Assessment of some weed control methods efficacy and yield losses caused by weed in eggplant. *Fresenius Environmental Bulletin*, 31(8), 2022.
- Attri, M., Sagar, L., Sharma, J., Nesar, N. A., Bhochalaya, R. S., & Sandhu, R. (2022). Weed management in vegetables and flower crops in India. *Pharma Innovation J*, 652-661.
- Boyd, N. S., Moretti, M. L., Sosnoskie, L. M., Singh, V., Kanissery, R., Sharpe, S., ... & Sandhu, R. (2022). Occurrence and management of herbicide resistance in annual vegetable production systems in North America. *Weed science*, 70(5), 515-528.
- Chacko, S. R., Raj, S. K., & Krishnasree, R. K. (2021). Integrated weed management in vegetables. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(2), 2694-2700.
- Chauhan, B. S., Singh, R. G., & Mahajan, G. (2012). Ecology and management of weeds under conservation agriculture: a review. *Crop Protection*, 38, 57-65.
- Deesh, A. D., Ubaub, L. T., Furlong, M., & Lomavatu, M. F. (2025). Weed Population Dynamics and Composition in a Tropical Island Eggplant (*Solanum melongena* L.) Agroecosystem: Implications for Sustainable Weed Management. *Pacific Science*, 78(4), 429-443.
- Dentika, P., Ozier-Lafontaine, H., & Penet, L. (2021). Weeds as pathogen hosts and disease risk for crops in the wake of a reduced use of herbicides: Evidence from yam (*Dioscorea alata*) fields and colletotrichum pathogens in the tropics. *Journal of Fungi*, 7(4), 283.
- Ferdous, M. (2023). Strengths and Weaknesses of Non-chemical Weed Management Strategies in Small-scale Vegetable Production. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 23, 1-10.
- Hadi, F., Naseem, M., Shah, S. M., Hussain, F., & Hussain, A. (2009). Prevalence and ecological characteristics of summer weeds in crop and vegetable fields of botanical garden Azakhel, University of Peshawar, Pakistan. *Pakistan Journal of Plant Sciences*, 15(2).
- Latimer, J. G., & McDaniel, A. (2009). Weeds in the Home Vegetable Garden.
- Lawson, H. M. (1972). Weed competition in transplanted spring cabbage. *Weed Research*, 12(3), 254-267.
- López-Correa, J. M., Moreno, H., Ribeiro, A., & Andújar, D. (2022). Intelligent weed management based on object detection neural networks in tomato crops. *Agronomy*, 12(12), 2953.
- Mercado, B. L. (1979). Introduction to weed science.
- Popov, M., Konstantinović, B., Samardžić, N., Stojanović, T., Gluščević, L., & Konstantinović, M. (2024, May). The weed seed bank in cabbage and soybean crops. In *BOOK OF PROCEEDINGS* (Vol. 27, No. 30, p. 146).
- Radicetti, E., Mancinelli, R., & Campiglia, E. (2013). Impact of managing cover crop residues on the floristic composition and species diversity of the weed community of pepper crop (*Capsicum annuum* L.). *Crop Protection*, 44, 109-119.
- Riemens, M., Sønderskov, M., Moonen, A. C., Storkey, J., & Kudsk, P. (2022). An integrated weed management framework: a pan-European perspective. *European Journal of Agronomy*, 133, 126443.
- SIRRI, M., & ÖZASLAN, C. (2020). Siirt ilinde sebze alanlarında görülen yabancı otlar. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(3), 492-504.

- Singh, M., Kaul, A., Pandey, V., & Bimbraw, A. S. (2019). Weed management in vegetable crops to reduce the yield losses. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(7), 1241-1258.
- Sokat, Y. (2019). Ege Bölgesi'nde yaprağı yenen sebze alanlarında bulunan yabancı ot türleri, yoğunlukları ve rastlanma sıklıkları. *Turkish Journal of Weed Science*, 22(2), 193-201.
- Souleymane, D., Clémentine, Y. A., Ali, M., & Adama, B. (2018). Weeds In The Vegetable Garden of The Town of Gagnoa (Côte d'Ivoire). *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 11, 49-59.
- Soylu, S., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Bozkurt, İ. A., & Kurt, Ş. (2017). Hatay ili marul (*Lactuca sativa* L.) ekim alanlarında görülen önemli hastalık etmenleri, zararlı ve yabancı ot türleri ve yaygınlık durumları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 23-33.
- Tülek, C., Gürbüz, R., & Alptekin, H. (2022). Organik malç materyallerinin domates (*Solanum lycopersicum* L.)'te yabancı ot kontrolüne etkisi. *Journal of Agriculture*, 5(2), 86-101.
- Üremiş, İ., Soylu, S., Kurt, Ş., Soylu, E. M., & Sertkaya, E. (2020). Hatay ili havuç ekim alanlarında bulunan yabancı ot türleri, yaygınlıkları, yoğunlukları ve durumlarının değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 211-228.
- Werle, I. S., Castro, E., Pucci, C., Soni Chakraborty, B., Broderick, S., & Tseng, T. M. (2022). Identification of weed-suppressive tomato cultivars for weed management. *Plants*, 11(3), 411.

SERA KOŞULLARINDA TOPRAKSIZ TARIM UYGULAMASINDA YETİŞTİRİCİLİĞİ EN FAZLA YAPILAN BİTKİLER

Dr. Esra KUTLU SEZER
ORCID: 0000-0002-6039-2304
Ankara Üniversitesi

Özet

Sera koşullarında topraksız tarımda en fazla yetiştiriciliği yapılan bitkiler, çevresel stres koşullarına duyarlı, yüksek ekonomik değere sahip ve kontrollü ortam üretim sistemlerine kolay uyum sağlayan türlerdir. Topraksız tarım sistemleri, bitkilerin kök bölgesine doğrudan optimum düzeyde besin, su ve oksijen sağlanabilmesi sayesinde tarım ürünlerinin verim ve kalite parametrelerinde önemli artışları sağlamaktadır. Bu yöntem ile özellikle toprak kalitesi düşük veya bitki yetiştiriciliğine elverişli olmayan alanlarda üretim yapılmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, toprak işleme, çapalama ve yabancı ot mücadelesi gibi kültürel işlemlere olan gereksinimin azalması sonucunda, işçilik maliyetlerinin de önemli ölçüde düşürmektedir. Bu sistemlerde en yaygın olarak yetiştirilen bitkiler domates (*Solanum lycopersicum*), salatalık (*Cucumis sativus*), biber (*Capsicum annuum*), marul (*Lactuca sativa*) ve çilek (*Fragaria* × *ananassa*) gibi ekonomik değeri yüksek olan sebze türleri bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, roka, nane, fesleğen ve ıspanak gibi kısa gelişme süresine sahip yeşil yapraklı bitkiler ile aromatik bitkiler, hızlı üretim döngülerine sahip olmaları ve yüksek pazar talepleri nedeniyle topraksız sistemlerde yoğun şekilde değerlendirilmektedir. Sebze ve yeşil yapraklı tarım ürünlerinin yanı sıra gerbera (*Gerbera jamesonii*), antoryum (*Anthurium* spp.) ve orkide (*Orchidaceae* spp.) gibi süs bitkilerinin de özellikle torf, perlit ve cocopeat gibi organik ve inorganik ortamların karışımlarında başarıyla yetiştiricilikleri yapılmaktadır. Söz konusu sebzeler, yeşil yapraklı bitkiler ve süs bitkilerinin yüksek verim potansiyeli, yıl boyu üretim olanağı, homojen ürün kalitesi, su ve besin kullanım etkinliğinin artması ile üretim verimliliği avantajları nedeniyle sera koşullarında topraksız tarım sistemlerinde en fazla tercih edilen türler arasında yer almaktadırlar.

Anahtar Kelimeler: Sera, Topraksız Tarım, Verim ve Kalite, Bitkisel Üretim

THE MOST COMMONLY CULTIVATED PLANTS IN GREENHOUSE SOILLESS AGRICULTURE

Abstract

The plants most commonly grown in soilless agriculture under greenhouse conditions are species that are sensitive to environmental stress conditions, have high economic value, and easily adapt



to controlled environment production systems. Soilless farming systems provide significant increases in the yield and quality parameters of agricultural products by providing optimum levels of nutrients, water and oxygen directly to the root zone of plants. This method allows production especially in areas with low soil quality or areas that are not suitable for plant cultivation. In addition, labor costs are significantly reduced as a result of the reduction in the need for cultural operations such as tillage, hoeing and weed control. The most commonly grown plants in these systems are high economic value vegetable species such as tomato (*Solanum lycopersicum*), cucumber (*Cucumis sativus*), pepper (*Capsicum annuum*), lettuce (*Lactuca sativa*) and strawberry (*Fragaria* × *ananassa*). In addition, green leafy plants and aromatic herbs with short development times, such as arugula, mint, basil and spinach, are intensively evaluated in soilless systems due to their fast production cycles and high market demand. In addition to vegetables and green leafy agricultural products, ornamental plants such as gerbera (*Gerbera jamesonii*), anthurium (*Anthurium* spp.) and orchids (*Orchidaceae* spp.) are also successfully grown in mixtures of organic and inorganic media, especially peat, perlite and cocopeat. These vegetables, green leafy plants and ornamental plants are among the most preferred species in soilless agricultural systems under greenhouse conditions due to their high yield potential, year-round production opportunity, homogeneous product quality, increased water and nutrient use efficiency and production efficiency advantages.

Keywords: Greenhouse, Soilless Agriculture, Yield and Quality, Plant Production

MODAL ANALYSIS OF HONEYCOMB SANDWICH COMPOSITE PANELS WITH INTRAPLY HYBRID SURFACE AND FILLED WITH POLYURETHANE FOAM AT DIFFERENT RATIOS

Asst. Prof. Muhammet Raci AYDIN

Iğdır University, Dep. of Mechanical Engineering, Iğdır, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-4120-1816

ABSTRACT

Research on the development of sandwich panel structures, which have found widespread use in today's industrial applications, continues to grow in line with changing needs. In this study, polyurethane foam (PUF) filling was applied to honeycomb cores at different ratios (0%, 33%, 67%, 100%) to determine the behavior of sandwich panels under varying dynamic loads. At the same time, carbon/aramid fiber reinforcement polymer (FRP) intraply hybrid composite plates were used for the surface layer of the sandwich structure, allowing us to obtain the superior properties of carbon and aramid fibers in a single structure. In this context, solid models were created using the SolidWorks® program for the numerical modal analysis of the sandwich panels. The material properties of the intraply hybrid surface layers, the aluminum honeycomb core structure, and the PUF filling the core were obtained from the relevant literature. The surface layer dimensions are 100 mm x 100 mm x 2.05 mm and it is manufactured using an 8-layer plain woven carbon/aramid hybrid fabric with a 0°/90° orientation angle. The core structure consists of a total of 105 hexagonal honeycomb structures measuring 100 mm x 100 mm x 20 mm. Modal analyses were performed using the ANSYS Workbench® package program, which produces solutions using the finite element method. According to the boundary condition of clamped-free-free-free, the first three mode shapes within the plane and the corresponding frequency values have been determined. There is no significant change in the mode shapes of sandwich panels with an increase in the amount of PUF filling in the core structure, but a decrease in frequency values has been observed. Considering the obtained numerical modal analysis results, time and financial savings are expected for specific experimental studies planned for the future.

Keywords: Sandwich panels, Al honeycomb, polyurethane foam, intraply hybrid composite, numerical analysis, mode shape, frequency.

TİTANYUM ALAŞIMLARININ YÜKSEK HIZDA İŞLENMESİ**Rıdvan YETİŞKİN**

Bartın University, Institute of Postgraduate Education, Department of Mechanical Engineering, Bartın,
Türkiye

ORCID: 0000-0003-3593-5474**Doç. Dr. Yılmaz KÜÇÜK**

Bartın University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Mechanical
Engineering

ORCID:0000-0002-7559-8794**Prof. Dr. M. Sabri GÖK**

Bartın University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Mechanical
Engineering

ORCID: 0000-0002-8214-2250**Özet**

Yüksek hızda işleme, teknolojinin gelişmesi ile birlikte son yıllarda imalat sektöründe yüzey kalitesinden ödün vermeden üretim süresini kısaltmayı sağladığı için sıkça kullanılan bir üretim yöntemi haline gelmiştir. Bu çalışmada titanyum alaşımlarının yüksek hızda işlenmesinde sağladığı avantajları ve bazı sınırlamaları ele alınmıştır. Titanyum alaşımları, düşük ısı iletkenlikleri ve yüksek dayanımları nedeniyle işlenmesi zor malzemeler arasında yer almaktadır. Yapılan araştırmalarda yüksek hızda işleme uygulamasında işlenmesi zor olan Ti-6Al-4V alaşımının işlenebilirliğini artırdığı, kesme hızının artırılmasıyla kesme kuvvetlerinde hafif bir artış gözlemlenip, takım aşınmasında önemli ölçüde azalmalar görülmüştür. Yüksek hızda işleme tekniklerinde uygun kesme koşulları ve güncel soğutma/yağlama yöntemleri kullanılarak yüzey pürüzlülüğünde azalma, talaş yapısında iyileşme ve takım aşınmasında önemli ölçüde azalmalar olduğu görülmüştür. Titanyum alaşımlarının yüksek hızda işleme teknolojisi ile işlenmesinde hem takım ömrünü uzatıcı hem de yüzey kalitesini iyileştirici bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bu üstünlükler hem üretimin verimliliğini artırmakta hem de yüzey bütünlüğünü korumaktadır. Araştırmalar sonucunda titanyum alaşımlarının yüksek hızda işlenmesinin geleneksel üretim yöntemlerine göre daha hızlı, daha verimli ve ekonomik olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yüksek hızda işleme, titanyum alaşımı, talaş kaldırma, yüzey kalitesi, soğutma sıvısı, takım ömrü, verimlilik

HIGH SPEED MACHINING OF TITANIUM ALLOYS

Abstract

High-speed machining has become a frequently used production method in the manufacturing industry in recent years, thanks to advancements in technology, allowing for shorter production times without compromising surface quality. This study examines the advantages and limitations of high-speed machining of titanium alloys. Titanium alloys are among the most difficult materials to machine due to their low thermal conductivity and high strength. Studies have shown that high-speed machining improves the machinability of the difficult-to-machine Ti-6Al-4V alloy. Increasing cutting speeds results in a slight increase in cutting forces and a significant reduction in tool wear. Using appropriate cutting conditions and up-to-date cooling/lubrication methods in high-speed machining techniques, surface roughness reductions, chip structure improvement, and tool wear reductions have been observed. Machining titanium alloys using high-speed machining technology is a method that both extends tool life and improves surface quality. These advantages both increase production efficiency and preserve surface integrity. Research shows that high-speed processing of titanium alloys is faster, more efficient and economical than traditional production methods.

Keywords: High-speed machining, titanium alloy, material removal, surface quality, cutting fluid, tool life, efficiency.

1. Giriş

Üretim sektöründe temel unsur olan zaman, kalite ve maliyet en önemli konular arasında yer almaktadır. Üretim sırasında zamandan kazanmak, kaliteli yüzeyler elde etmek ve enerji tüketimini asgariye indirmek için farklı üretim yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Sihag & Sangwan, 2020). Teknolojinin gelişmesi ile birlikte farklı üretim yöntemleri arayışına gidilmiştir. Gelişmekte olan teknolojik yöntemlerden biri de yüksek hızda işlemedir. Yönteme en çok seri üretime ihtiyaç duyulan havacılık, kalıpcılık, otomotiv ve son yıllarda üretimde hızla artış gösteren elektronik aletlerin üretilmelerinde tercih edilme sebebi olmuştur (Chandrashekharaiyah, 2019).

2. Yüksek Hızda İşleme Nedir?

Yüksek hızda işleme, talaş kaldırma hızının geleneksel işleme yöntemlerine göre daha kısa sürede daha çok talaş kaldırılarak yapılan bir üretim yöntemi tekniğidir (Vázquez & Quintana, 2019).

Yüksek hızda işlemenin temel amacı, hem işlem süresini azaltmak hem de yüzey kalitesini korumaktır.

Bu yöntemde kullanılan tezgâhların ve takımların belirli özellikleri sahip olması gerekmektedir (Dai, 2025). Çalışma esnasında motor mili 15000 ile 30000 dev/dk gibi yüksek devirlere ulaşabilmektedir (Ray, 2004). Bu devirlerde talaş kaldırma işlemi yapan kesici takımlar ve işlenen malzemeler arasında sürtünmeden kaynaklanan çok yüksek sıcaklıklar oluşabilmektedir (Sherov et al., 2022). Bu sıcaklıklar neticesinde kesici takım ile işlenen malzemelerde kalıcı plastik deformasyon meydana gelebilmektedir. Özetle, yüksek hızda işlemede kullanılan tezgâhların ve takımların belirli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Tezgâhın mil hızı yüksek devirlere çıkabilmeli ve bu hızlarda rijitliğini koruyabilmelidir. Kesme işlemi esnasında ortaya çıkan titreşimlerin minimuma indirilmesi ve hassas konumlandırılması üretim sürecin verimliliği için önemlidir (Shi et al., 2024).

3. Titanyum alaşımlarının yüksek hızda işlenmesine yönelik çalışmalar

Titanyum alaşımları, mukavemetinin yüksek olması, ısı iletkenliğinin düşük olması ve kimyasal tepkiye girme eğilimi yüksek olmaları nedeniyle işlenmesi zor malzemelerdendir (Wu et al., 2023). Dolayısıyla titanyum alaşımlarının işlenmesinde geleneksel yöntemler yetersiz kalabilmekte ve işleme sırasında düşük yüzey kalitesi ve takım ömrü, fazla enerji tüketimi ve düşük verimlilik gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkabilmektedir (Zhang et al., 2023). Son yıllarda bu sorunları aşmak için ultrasonik titreşim destekli kesme (Vibration Assisted Machining – VAM), termal destekli işleme (Thermally Assisted Machining), lazer destekli işleme (LAM), kriyojenik soğutma gibi bazı yenilikçi teknolojiler geliştirilmiştir (Ahmar, Zhang, & Wang, 2025).

Titanyum alaşımlarının işlenmesi zor olmasından dolayı, yüksek kesme kuvveti ve sürtünme etkisiyle kesme bölgesinde oluşan yüksek sıcaklıkların yüzey kalitesini ve takım ömrünü önemli ölçüde etkilediği yapılan araştırmalarda görülmüştür (Tu, Wang, Li, & Zhao, 2025; Çelik & Kılıçkap, 2018). Söz konusu malzemelerin düşük ısı iletkenliği, takım ömrünü azaltarak takım performansını etkileyen yüksek sıcaklık oluşumuna neden olmaktadır. Bu nedenle, titanyum alaşımlarının işlenmesinde kullanılacak kesici uç takımlarının yüksek kesme sıcaklıklarında sertlik ve dayanımını koruması gerekmektedir. Kesme işlemlerinde genellikle yüksek sıcaklıklara ve aşınmaya dayanıklı tungsten karbür (WC) ile bunların TiN, TiC, AlTiN vb. kaplama malzemeleri ile kaplanmış kesici uçlar kullanılmaktadır (Sigma-Aldrich Technical Services, 2005). Bu

nedenlerden dolayı takımların performansı ile yüzey kalitesini artırmak için etkili bir soğutma/yağlama uygulanması kritik öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır (Uçak, Aslantas, & Çiçek, 2023). Yapılan araştırmalar neticesine MQL sıvısının, kuru ve taşkın soğutmaya kıyasla daha iyi bir yağlama sağladığını ve kesme oranını artırdığı görülmüştür (Mane, Dhawale, Nipanikar, & Khadtare, 2025). Soğutma sıvısının doğru seçimi ve verimli şekilde uygulanması, yüzey kalitesini ve takım performansını önemli ölçüde artırıp, geleneksel taşkın soğutma yöntemlerine oranla takım ömrünü yaklaşık 2,5 ile 3,5 kat artırdığını göstermektedir (Ponomarenko et al., 2024).

Yüksek hızda işleme yönteminde soğutma sıvısı ve takım malzemesi seçiminin öneminin yanı sıra, talaş oluşumu, kesici uçların kaplama yöntemleri, enerji kullanımı ve yüzey kalitesi de verimlilik ve süreklilik açısından önemlidir (Ali et al., 2025). S.V. ve arkadaşlarının araştırmasında, Ti-6Al-4V tornalama işlemindeki kriyojenik MQL ve kuru işleme koşullarının enerji tüketiminin yanında çevreye etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışma, kriyojenik MQL uygulamasının sadece yüzey kalitesini ve takım ömrünü artırmakla kalmayıp, aynı zamanda toplam enerji tüketimini ve çevreye verdiği olumsuz etkileri azalttığını göstermiştir. Bu durum, titanyum alaşımlarının işlenmesinin devamlılığı açısından önemli bir gelişme olduğunu göstermektedir (Karthik et al., 2021). Ti-6Al-4V alaşımının yüksek hızlarda işlenmesinde, kesme hızı artırıldıkça talaşın yapısında düzelmeler olduğu görülmüştür. Bu durum yüzeyin pürüzlülüğünde iyileşmeler meydana getirmektedir (Huahong et al., 2025). Başka bir araştırmada titanyum alaşımlarının işlenmesi sırasında kesici takımlarda yüksek aşınmalar oluşmuş ve kesmenin performansını olumsuz etkilemiştir. Aynı araştırmada kaplamalı ve kaplamasız takımların yüksek hızlarda kesme oranları üzerine denemeler yapılmıştır. Kaplamalı takımlar, kaplamasız takımlara göre daha yüksek sıcaklık dayanımı sağladığı ve takım aşınmasını azalttığı belirlenmiştir (Younas et al., 2024).

Yüksek hızda işlemede karşılaşılan bazı sorunları aşmak ve geliştirmek için modern yöntemlerden biri olan Lazer Destekli İşleme (LAM), malzemeyi kısmi olarak ısıtıp yüzey sertliğini düşürmeyi, böylece malzemenin işleme kolaylığını artırmayı ve kesme kuvvetlerini azaltmayı hedeflemektedir (Kim & Lee, 2021). Benzer şekilde, Termal Destekli İşleme (Thermally Assisted Machining) de kesme bölgesini ısıtarak malzemenin mekanik dayanımını düşürerek talaş kaldırma işlemini kolaylaştırmaktadır (Zhang, Chen, & Liu, 2024). Ayrıca, Ultrasonik Titreşim

Destekli Kesme (UVA) ise, takıma yüksek frekansta titreşim vererek kesme kuvvetlerini ve sürtünmeleri azaltarak yüzey bütünlüğünü önemli oranda geliştirmektedir (Piao et al., 2022). Titanyum alaşımlarının işlenmesinde aşınmayı azaltmaya yönelik yapılan çalışmalar neticesinde, takım malzemesi ve kaplama seçiminin yüksek sıcaklıklara dayanıklı ve aşınmayı azaltan özellikleri sayesinde hem takım ömründe hem de yüzey kalitesinde önemli ölçüde artış göstermiştir (Smith et al., 2020). Su ve arkadaşları, özellikle yüksek hızlı frezeleme işlemlerinde, doğru kesme parametre seçiminin ve takım aşınmasının dikkatli bir şekilde yapılması enerji tüketimini önemli ölçüde etkilediğini vurgulamışlardır (Su et al., 2024).

4. Sonuç ve Değerlendirme

Yüksek hızda işleme teknolojisinin gelişmesiyle birlikte üretim süresini kısaltıp, üretilen parçanın kalitesini ve enerji verimliliği önemli ölçüde artmıştır. Titanyum alaşımlarının yüksek hızda işlenmesine yönelik yapılan tespitler şu şekilde özetlenebilir:

- Yüksek kesme hızları, yüzey pürüzlülüğünü iyileştirir.

İşleme sırasında doğru kesme parametrelerinin seçilmesi, yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde iyileştirmektedir (Gao, Li, & Zhang, 2023).

- Kaplanmış takımlar, takım ömrünü uzatır ve yüzey kalitesinde iyileştirme sağlar.

Kaplanmış kesici takımlar, yüksek sıcaklıklara dayanıklı olduğundan takımların aşınmasını azaltır ve yüzey kalitelerini iyileştirmektedir (Zhang, Chen, & Liu, 2024).

- Termal destekli işleme yöntemleri, işlenebilirliği önemli ölçüde artırır.

Termal destekli işleme (TAM) yöntemleri, kesme bölgesini işlem öncesinde ısıtarak malzemenin mekanik özelliklerini zayıflatır ve talaş kaldırma işlemini kolaylaştırmaktadır (Rao, Kumar, & Singh, 2024).

- Ultrasonik titreşim destekli işleme, yüzey kalitesini önemli ölçüde artırır.

Ultrasonik titreşim destekli işleme (UVAM), yüksek hızda işleme sırasında yüzey kalitesini artırmak için etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Kumar, Sihag, & Patel, 2023).

- Enerji verimliliği, işlem parametrenin doğru seçilmesiyle, enerji tüketimi azaltır ve verimliliği artırır.

Yüksek hızlı frezeleme işlemlerinde, doğru kesme parametrelerinin seçilmesi ve takım aşınmasının kontrol altına alınması enerji tüketimini önemli ölçüde azaltabilir (Sihag & Sangwan, 2020).

Kaynaklar

- Ahmar, K., Zhang, H., & Wang, X. (2025). Ultrasonic vibration-assisted cutting of titanium alloys. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 36(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s10033-023-00887-5>
- Ali, A., Younas, M., Khan, M., Jaffery, S.H.I., Khan, Z. (2025). Machinability Performance of Single Coated and Multicoated Carbide Tools. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 26, 43-58. <https://doi.org/10.1007/s12541-024-01147-9>
- Chandrashekharaiah, S. B., (2019). High-Speed Machining (HSM): Challenges, Advancements and Industrial Applications. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 1(2), 101-107. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2019.1.2.0126>
- Çelik, Y. H., & Kılıçkap, E. (2018). Difficulties encountered in machining of Ti-6Al-4V titanium alloys: A review. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 6(1), 163–175. <https://doi.org/10.29109/http-gujsc-gazi-edu-tr>
- Dai, Y., Qiao, B., Chen, X., & Pan, G. (2025). A review on high-speed electric spindle dynamics modeling and vibration response research. *Journal Name*, 19(2), 27. <https://doi.org/10.2174/0118722121271162231128045700>
- Gao, L., Li, H., & Zhang, Y. (2023). Effect of high-speed machining parameters on surface roughness and tool wear in Ti-6Al-4V alloy. *Journal of Manufacturing Processes*, 85, 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2023.01.015>
- G Wu, Xuanyu Mao, Wencheng Pan, Guangxian Li & Songlin Ding. (2023). The machinability of titanium alloy thin-wall parts in cooling minimum quantity lubrication (CMQL) environments. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 129, 2875-2895. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-12465-z>
- Huahong, M., Wenchao, X., et al. (2025). Experimental study and modeling of cutting force in high-speed milling of Ti-6Al-4V titanium alloy. *Journal of Mechanics*, 41, 55-63. <https://doi.org/10.1093/jom/ufaf006>
- Karibek Sherov, Saule Ainabekova , Issa Kuanov, Balgali Myrzakhmet, Yeldos Bekzhanov, Riza Gabdyssalik, Assylkhan Mazdubay, Aman Kamarov, Aibek Sherov. Research of temperature distribution in the process of thermo-frictional cutting of titanium alloy Ti-5553. *Cilt 20 No. 2 (2022)* 400-407 <https://aseestant.ceon.rs/index.php/jaes/article/view/32723>
- Karthik, S. V., et al. (2021). Evaluation of energy consumption and sustainability in turning of Ti-6Al-4V alloy under cryogenic MQL and dry conditions. *Journal of Cleaner Production*, 290, 125199. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125199>
- Kim, D.-H., & Lee, C.-M. (2021). "Experimental Investigation on Machinability of Titanium Alloy by Laser-Assisted End Milling." *Metals*, 11(10), 1599. [10.3390/met11101599](https://doi.org/10.3390/met11101599)
- Kumar, R., Sihag, N., & Patel, S. (2023). Ultrasonic vibration assisted machining of Ti-6Al-4V: Improvement in surface finish and tool wear. *Precision Engineering*, 79, 271–283. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2023.05.011>
- Mane, P. A., Dhawale, P., Nipanikar, S., & Khadtare, A. (2025). Predictive Modeling of Surface Roughness, Tool Wear, and Cutting Temperature in High-Speed Turning under Sustainable Machining Environments. *SAE International Journal of Materials and Manufacturing*, 19(1), 1-21. <https://doi.org/10.4271/05-19-01-0007>
- Piao, M., et al. (2022). "Investigating the chip formation and surface integrity of Ti-6Al-4V alloy in ultrasonic vibration assisted milling." *Journal of Materials Processing Technology*, 302, 117506. [10.1016/j.jmatprotec.2022.117506](https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2022.117506)
- Ponomarenko, O., Myrzakhmet, B., Bekzhanov, Y., Gabdyssalik, R., Mazdubay, A., Kuanov, I., Sherov, K., & Ainabekova, S. (2024). Investigation of titanium alloy turning with Prime A tools under high-pressure cooling conditions. *Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering*, 70(1), 58-69. <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2023.718>

- Rao, P., Kumar, V., & Singh, A. (2024). Thermal-assisted machining of titanium alloys: Effects on tool life and surface integrity. *Journal of Materials Processing Technology*, 314, 117938. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2024.117938>
- Ray, P. (2004). Design of new high-speed machining machines. In D. Talabă & T. Roche (Eds.), *Product Engineering: Eco-design, Technologies and Green Energy* (pp. 379–396). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-2933-0_22
- Sigma-Aldrich Technical Services. "What is Hyaluronan?" Sigma-Aldrich, 2005, ss. 275-279. <https://doi.org/10.1016/B978-008044504-5/50056-8>
- Sihag, N., & Sangwan, K. S. (2020). A systematic literature review on machine tool energy consumption. *Journal of Cleaner Production*, 275, Article 123125. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2024.01.001>
- Sihag, N., & Sangwan, K. S. (2020). Machine tool energy consumption: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 275, 123125. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123125>
- Shi, G., Liang, Z., Du, Y., Yue, Y., Chen, S., Gao, Z., Zheng, H., Liu, Z., Qiu, T., & Wang, X. (2024). Stability prediction for robotic milling based on tool tip frequency response prediction by considering the interface stiffness of spindle-tool system. *Journal of Sound and Vibration*, 585, Article 118471. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2024.118471>
- Smith, J., et al. (2020). "Advanced strategies for wear mitigation in machining of Ti-6Al-4V: A comprehensive review." *Wear*, 456-457, 203383. [10.1016/j.wear.2020.203383](https://doi.org/10.1016/j.wear.2020.203383)
- Su, B., et al. (2024). "Influence of cutting parameters and tool wear on energy consumption in high-speed milling of Ti-6Al-4V." *Energy*, 286, 129598. [10.1016/j.energy.2023.129598](https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129598)
- Tu, L., Wang, X., Li, Y., & Zhao, H. (2025). Machinability and tool wear mechanism in the high-speed turning of TiAl alloys with different microstructures. *Journal of Materials Research and Technology*, 36(May–June), 6229–6239. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2025.04.248>
- Uçak, N., Aslantas, K., & Çiçek, A. (2023). Experimental evaluation of tool wear and surface roughness under different conditions in high-speed turning of Ti6Al4V alloy [Journal article]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8020503>
- Vázquez, E., & Quintana, G. (2019). High-Speed Machining. In *Modern Manufacturing Processes* (pp. 295-308). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119120384.ch12>
- Younas, M., Khan, M., Jaffery, S.H.I., Khan, Z., Khan, N. (2024). Investigation of tool wear and energy consumption in machining Ti6Al4V alloy with uncoated tools. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 132, 3785-3799. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-13548-1>
- Zhang, C., Chen, X., & Liu, F. (2024). Research on tool wear and surface quality in laser-assisted machining of titanium alloys. *Wear*, 530-531, 205882. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2024.205882>
- Zhang, C., Chen, X., & Liu, F. (2024). Research on tool wear and surface quality in laser-assisted machining of titanium alloys. *Wear*, 530–531, 205882. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2024.205882>
- Zhang, C., Zou, D., Mazur, M., Mo, J. P. T., Li, G., & Ding, S. (2023). The State of the Art in Machining Additively Manufactured Titanium Alloy Ti-6Al-4V. *Materials*, 16(7), 2583. <https://doi.org/10.3390/ma16072583>

KARBON FİBER TAKVİYELİ POLİMER KOMPOZİTLERİN İŞLENMESİNDE UYGULANAN YÖNTEMLER

Recep Tayyip ÇÜMANGİN

Bartın University, Institute of Postgraduate Education, Department of Mechanical Engineering

ORCID: 0009-0009-9957-9334

Doç. Dr. Yılmaz KÜÇÜK

Bartın University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Mechanical Engineering

ORCID:0000-0002-7559-8794

Prof. Dr. M. Sabri GÖK

Bartın University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Mechanical Engineering

ORCID: 0000-0002-8214-2250

ÖZET

Bu çalışmada son yıllarda karbon fiber takviyeli polimer kompozitlerin (CFRP) işlenmesini konu alan makalelerin özetlenmesi amaçlanmıştır. Karbon fiber takviyeli polimer kompozitler yüksek mekanik özelliklerinden dolayı otomotiv, havacılık, savunma sanayi ve diğer birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak yüksek kesme kuvvetleri, takım aşınması vb. durumlardan dolayı işlenmesi güç olan bir malzemedir. Geleneksel talaşlı imalat yöntemleri fiber kırılması, tabaka ayrılması gibi istenmeyen hasarlar oluşturabilmektedir. Frezelemede, kesici takım ve geometrisine bağlı olarak Optimum işleme şartları düşük talaş kalınlığı ve ilerleme değerinin yanı sıra yüksek kesme hızında elde edilmiştir Son yıllarda temassız işleme yöntemlerinin çoğalmasından dolayı işlenebilirliği daha kolay hale gelmiştir. Temassız işleme tipi olan lazerle işlemede (LBM) takım aşınması ortadan kaldırılmaktadır. Ancak, LBM yönteminde kesik derinliği, genişliği ve ısıdan etkilenen bölgede (HAZ) kusurlar oluşabilmektedir. WEDM kesmede karbon liflerinin kırılması, delaminasyon ve matris çatlaması oluşabilmektedir. Aşındırıcı su jeti ile işleme (AWJM), LBM ve EDM yöntemlerinde ortaya çıkan termal hasar meydana gelmemektedir. Bu çalışmada farklı imalat yöntemlerinin CFRP üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Karbon fiber takviyeli polimer kompozitler (CFRP), işlenebilirlik, geleneksel imalat, LBM, WEDM, AWJM

THE METHODS APPLIED IN MACHINING CARBON FIBER REINFORCED POLYMER COMPOSITES

ABSTRACT

This study aims to summarize recent articles on the machining of carbon fiber-reinforced polymer composites (CFRP). Carbon fiber-reinforced polymer composites are widely used in the

automotive, aerospace, defense, and many other fields due to their high mechanical properties. However, they are difficult-to-cut materials due to high cutting forces, tool wear, and other factors. Traditional machining methods can cause undesirable damage, such as fiber breakage and delamination. In milling, optimum machining conditions are achieved at high cutting speeds, along with low chip thickness and feed rate, depending on the cutting tool and its geometry. Machinability has become easier in recent years due to the proliferation of non-contact machining methods. Tool wear is eliminated in laser machining (LBM), a non-contact machining method. However, defects can occur in the depth and width of cuts and in the heat-affected zone (HAZ) in LBM. Carbon fiber fracture, delamination, and matrix cracking can occur in WEDM cutting. Thermal damage, such as that in abrasive waterjet machining (AWJM), LBM, and EDM, does not happen. This study investigates the effects of different manufacturing methods on CFRP.

Keywords: CFRP, machinability, conventional machining, LBM, WEDM, AWJM

GİRİŞ

Kompozit malzeme, farklı ve tamamlayıcı özelliklere sahip iki veya daha fazla malzemenin bir araya gelmesiyle oluşan malzemelerin genel adıdır. Kompozitlerde birden çok malzeme fiziksel olarak bir araya getirilmiş olup, kullanılan malzemeler birbirine karışmaksızın, tüm malzemelerin sağladığı ortak katkı sayesinde üstün özelliklere sahip yeni bir malzeme meydana gelmektedir. Bu nedenle alışlagelmiş geleneksel metallerle doğrudan kıyaslama yapılabilir. Düşük yoğunlukları sayesinde birçok endüstriyel alanda kullanılırlar (Clyne et al., 2019). Kompozit malzeme sektörü, tüm endüstri alanlarında malzemenin yaygın bir şekilde kullanılmasından dolayı sürekli büyüyerek gelişmektedir (Peters et al., 2013). Havacılık ve uzay endüstrisi kompozit malzemelerin en yaygın şekilde kullanıldığı alanlardır. CFRP kompozitlerin bu sektörde tercih edilmesinin en önemli sebebi düşük ağırlığının yanında yüksek mukavemete sahip olmasıdır. Bu da benzer direnç özelliklerini korurken uçak bileşenlerinin ağırlığını ve dolayısıyla yakıt tüketimini önemli ölçüde azaltmaya olanak tanımaktadır (Barile et al., 2019). Lifli kompozitlerin mekanik performansı, matris, lifler ve lif-matris arayüzü gibi faktörlerin mekanik özellikleriyle doğrudan ilişkilidir. Çoğu zaman, bir takviye bir matrisin içine gömülür ve bu da yapıya sertlik ve şekil veren özelliklere sahip bir malzeme elde edilmesini sağlar. Matris, lifler arasına nüfuz ederek onları birbirinden ayırır ve sonuç olarak, tek tek lifler ayrı ayrı hareket edebilir ve bu da bir çatlağın yayılmasını durdurmaya veya yavaşlatmaya yardımcı olur (Mazumdar et al., 2001).

Bu derleme çalışmasında, CFRP kompozit malzemelerin delme, freze, su jeti, lazer, tel erozyon ve hibrit işleme yöntemlerinde işlenebilirliği ele alınmakta ve bu konuda yapılan çalışmaların sonuçları değerlendirilmiştir.

1. CFRP'NİN İŞLENMESİNDEKİ ZORLUKLAR

CFRP ve diğer kompozitlerin kesme işlemlerinde bazı zorluklarla karşılaşmaktadır. Anizotropik davranış kompozitlerin temel özelliğidir. Üretim yöntemine göre değişik özellikler gösterirler, buna bağlı olarak işlenmesinde farklılıklar meydana gelebilir. Fiber yapısı oldukça aşındırıcıdır, bu sebeple takım aşınmasına neden olmaktadır (Karataş et al., 2018).

Kompozitlerin işlenmesi sırasında katmanlarına ayrılmasına delaminasyon denir. Bu kusur kompozitlerin işlenmesinde sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Delaminasyonu önlemek için özel geometrik şekillere sahip kesici takımların kullanılması ve kesme kuvvetlerini en aza indirecek parametrelerin uygulanması gerekmektedir. İşleme sırasında kompozit malzemenin fiber kısımları matristen çekilebilir. Bu durum yüzey kalitesinin kötüleşmesine neden olur. Kompozit fiberlerdeki polimer matrisin hasar görmemesi için sıcaklığın ve kesme kuvvetlerinin istenilen seviyede tutulması, matris hasarını önlemede önemli bir role sahiptir (Zou et al., 2022).

2. CFRP İŞLEME YÖNTEMLERİ

2.1 Delme

CFRP kompozitlerin delme işleminde sıklıkla meydana gelen olumsuzluklar, delaminasyon, çapak, aşırı pürüzlülük ve yırtılma olarak özetlenebilir (Girod et al., 2017).

Delaminasyon, delme esnasında matkabın uyguladığı itme kuvvetinin yüksek olmasının yanı sıra mil hızı, ilerleme hızı ve matkap ucunun aşınmasından kaynaklanmaktadır. Marques ve ark. delaminasyonu azaltmak için matkap ucunun geometrisini değiştirmeyi test etmişlerdir. CFRP'yi delmek için dört farklı geometriye sahip matkap ucu kullandıkları çalışmalarından elde edilen deneysel sonuçlar, matkap ucunun geometrik şeklinin kesici kenarın girinti etkisini ve ardından delaminasyonu etkileyebileceğini göstermektedir. Özellikle, pilot deliğin matkap ile birlikte kullanılması, keski kenarı etkisini ortadan kaldıran ve delaminasyon riskini azaltan iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Bu deneysel koşul altında, ilerleme hızı 0,025 mm/dev olduğunda, itme kuvveti yaklaşık %12 oranında azalmıştır. Kesme hızı 53 m/dak olduğunda, itme kuvveti yaklaşık %35 oranında azalırken, delaminasyon ise yaklaşık %4-5 oranında azalmıştır. Bu parametre

kombinasyonu kullanıldığında, itme kuvveti ve delaminasyonun en aza seviyeye indiği belirtilmiştir (Marques et al., 2009).

CFRP kompozitin delme işleminde oluşan çapak ise fiber kesme açısı, ilerleme hızı ve matkap ucu geometrisinden kaynaklanmaktadır. Çapaklar, yüzey pürüzlülüğü oluşturmalarının yanında montaj engeli de oluşturmaktadır. Çapakların giderilmesi için ikincil bir işlem gerekir ve bundan dolayı da işlem maliyeti artarken üretim verimliliği düşmektedir. CFRP delme işlemindeki çapak oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve bunların oluşumunu azaltmak için bazı çalışmalar yapılmıştır (An et al., 2013).

Ji ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, daha önce kullanılmamış PCD matkap ucuyla delinmiş CFRP delikleri incelenmiş ve çapakların elyaf yönüyle 90° 'ye yakın olan bölgelerde daha fazla görüldüğünü gözlemlemişlerdir. İş parçasının titreşimi ve oluşan sıcaklık ikincil faktörler olarak gözlemlenmiştir (Ji et al., 2011).

Delmede meydana gelen aşırı pürüzlülük, fiber kesme açısı, matkap ucu tipi (kesici kenar açısı, kaplama, geometri), matkap ucu aşınması, ilerleme hızı, mil hızı ve sıcaklıktan kaynaklanmaktadır. CFRP işlenmesi sonucu oluşan aşırı pürüzlülük, istenilen değerler arasında olmayacağından dolayı hurdaya ayrılmasına da yol açacaktır. Montajında bir sorunla karşılaşılmasa bile kullanım ömrünü çok daha azaltacağı gözlemlenmiştir. Bu nedenle, CFRP işleme sürecinde aşırı yüzey pürüzlülüğünden kaçınmak ve makul bir aralıkta tutmak da çok önemlidir (Mansour et al., 2021). Ogawa ve arkadaşları, matkap ucu yapısının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini incelemişlerdir. CFRP malzeme üzerinde delik delme deneyleri gerçekleştirilen çalışmada, matkap ucunun ana kesici kenarının, diğer kenarından daha fazla yüzey pürüzlülüğü gerçekleştirdiği gözlenmiştir (Ogawa et al., 1997).

Delme işleminde meydana gelen yırtılma ise katman içi bir kusur olup, genellikle deliğin en dış katmanının ısı ve kuvvetin etkisiyle parçadan ayrılmasıyla meydana gelmektedir. Yırtılma çoğunlukla fiber kesme açısı ve matkap ucunun aşınmasından kaynaklanmaktadır ve beraberinde çapak ve delaminasyon oluşmaktadır. Ciddi yırtılma 90° 'ye yakın olan elyaf açısında ve bir diğeri ise ters yönde meydana geldiği gözlenmiştir. Çıkış deliğinde meydana gelen yırtılma destek eksikliği olduğu için giriş deliğine göre daha büyük olduğu bildirilmiştir. CFRP anizotropik olduğundan, en dış katman ile iç malzeme arasındaki bağın kopma olasılığı daha yüksektir (Wang et al., 2021).

Wang ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada CFRP kesme işlemi kapsamında takım aşınması ve yüzey bütünlüğünün değerlendirilmesine odaklanılmaktadır. Takım hasarı, kesme kuvvetleri, sıcaklık ve delik yüzey kalitesi arasındaki ilişkileri araştırmak amacıyla, sementit karbürlü sert matkaplar kullanılarak CFRP plakalar üzerinde bir dizi delme deneyi gerçekleştirilmiştir. Özellikle, delme sıcaklığını ölçmek ve kesilmemiş liflerin bulunduğu delik yüzeylerinin kalitesini değerlendirmek için yeni bir metodoloji geliştirilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü kriteri bu tür iş malzemeleri için geçerli olmadığından, CFRP iş malzemesi için yüzey topografyasının tanımı üzerine bir tartışma önerilmektedir (Wang et al., 2024)

2.2 Frezeleme

CFRP'nin işlenmesi oldukça zordur ve geleneksel delik açma işlemleri sırasında çapak ve delaminasyon gibi kusurlara eğilimlidir; bu da birincil yük taşıyan bileşenlerde uygulanmasını sınırlar. Bu zorluğun üstesinden gelmek için, Chen ve diğerleri, geliştirdikleri jiroskopik frezeleme aktüatörü üzerinde düz uçlu frezeler, köşe radyuslu frezeler ve küresel uçlu frezelerle delik frezeleme üzerinde karşılaştırmalı deneyler yürütmüşlerdir (Chen et al., 2025). Bu çalışmada, takım yapısının ve işleme parametrelerinin frezeleme sıcaklığı, eksenel kuvvet ve delik kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, düz uçlu frezenin aynı ilerleme hızında delik duvarı boyunca 102 °C ile 117 °C arasında değişen en yüksek sıcaklığı ürettiğini ve delik çıkışındaki sıcaklık dağılımının eliptik bir şekil sergilediğini göstermektedir. Mil hızını ve yörünge hızını artırırken ilerleme hızını veya delik çapını azaltmak eksenel kuvvette %15,7 ila %21, çapak faktöründe %31,8 ila %54,1 ve yırtılma faktöründe %54,5 ila %66,7 düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. Özellikle küresel uçlu freze, jiroskopik torkun ters kesilmesini ve takım eğiminden kaynaklanan kuvvet yük ayrışmasını daha etkili bir şekilde kullanarak %15,7'lik bir azalma ile en düşük eksenel kuvveti verdiği saptanmıştır. Dahası, Coriolis kuvveti delik çıkışındaki lifler üzerinde ters bir kısıtlama oluşturarak yırtılmayı ve çapak oluşumunu en aza indirdiği ve en iyi delik duvarı kalitesinin elde edildiği tespit edilmiştir. Bu çalışma, CFRP'nin jiroskopik frezeleme sürecinde takım yapıları ve işleme parametrelerinin optimize edilmesi, jiroskopik frezeleme teknolojisinin endüstriyel ölçekte üretimi ve pratik uygulamasının teşvik edilmesi için bir referans olarak önerilmiştir.

CFRP, titanyum alaşımları gibi metallere birleştirildiğinde genellikle düşük bağlanma mukavemeti göstermektedir. Yang ve diğerleri yaptıkları çalışmada, tek turlu kesme testi işleminin CFRP/Ti-

6Al–4V bağlantısının kesme mukavemeti üzerindeki etkisi incelenmiştir. İşlenmiş yüzeylerin mikro yapıları gözlemlenmiş ve kırılma mekanizması analiz edilmiştir. CFRP işlenmesi esnasında meydana gelen alt tabakadan liflerin yırtılması ve delaminasyonun, kesme gerilimi altında kırılmaya yol açtığı bulunmuştur. Frezeleme işlemi sırasında oluşan güçlü kesme kuvveti, kesme gerilimi altında delaminasyona daha yatkın olan cilt tabakasındaki CFRP liflerinde önemli hasara neden olmuştur. Bu sorunu gidermek için, kesme mukavemetini %76'ya kadar artıran MWCNT nanopartikülleri ile reçine ön kaplama (RPC) işlemiyle bir iyileştirme yöntemi önerilmiştir. Kesme mekanizmasının değerlendirilmesinde, kopan liflerin seyreltilmiş reçine ile takviye edildiği ve uzun MWCNT katkısının bir köprü görevi görerek mekanik kenetlenmeyi artırdığı bildirilmiştir (Yang et al., 2025).

Oliver ve ark., tek yönlü CFRP'nin çevresel frezeleme işlemini incelemişlerdir. Bu amaçla, kesme hızı, fiber yönü ve iş parçası sıcaklığı gibi kesme parametreleri değiştirilmiş ve oluşan farklılıklar gözlemlenmiştir. CRFP malzemesinin fiber yönünün büyük alt yüzey hasarlarının derinliğini önemli ölçüde etkilediğini gözlemlemişlerdir. Daha yüksek iş parçası sıcaklıklarında, yüzey altı hasarını azalttığı ve bununla daha yüksek işlem performansı sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca, daha yüksek kesme hızlarının, frezelenmiş yüzeylerin yüzey altı bölgesinde lif bükülmesine neden olduğu bildirilmiştir (Pecat et al., 2012).

CFRP işlenmesinde ortaya çıkan takım aşınması, kesici ile iş parçasının yüksek kesme sıcaklığı altında sürtünmesi ve talaşlardan kaynaklanmaktadır. Takımların hızlı aşınması ve yıkıcı arızası genellikle kısa takım ömrü, düşük işleme kalitesi, düşük kesme verimliliği ve yüksek işleme maliyeti gibi bir dizi soruna yol açmaktadır (Ramirez et al., 2014).

2.3 Aşındırıcı Su Jeti

Aşındırıcı su jeti (AWJM), havacılık, denizcilik ve otomotiv endüstrilerinde kompozit malzemelerin kesilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak AWJM, CFRP kompozit malzemeleri keserken kesim hassasiyeti ve kalitesi gibi bazı zorluklar ortaya koymaktadır. Üretim mühendisleri için yeterli işlenebilirlik veri tabanları sağlamak amacıyla daha fazla deneysel çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Jet basıncı, ilerleme hızı ve durma mesafesi gibi farklı AWJM koşulları, deneylerin tam faktöriyel tasarımı kullanılarak denenmiştir. Üst ve alt kesme genişliği, kesme konikliği, işlenebilirlik ve yüzey özellikleri gibi işleme süreci tepkileri, varyans analizi

(ANOVA) tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir. AWJM için bir işlem maliyeti modeli sunulmuştur. (El-Hofy et al., 2018)

Liang ve ark. ultra kalın CFRP laminatların aşındırıcı su jeti (AWJ) ile işlenmesinde yüzey pürüzlülüğü ve delaminasyon hasarını tahmin etmek için modeller geliştirmiştir. Ortogonal olmayan kesme deneyleri, jet darbe açısının özellikle kerf'in ön kenarında yüzey kalitesini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Yanıt yüzey metodolojisi (RSM) ile geliştirilen modeller yüksek doğruluk ($R^2 = 0.975$ ve 0.912) sağlamıştır. Ayrıca, jet enerjisi dağılımı ve malzeme özelliklerine dayalı bir delaminasyon tahmin modeli önerilmiştir. Bulgular, karmaşık CFRP bileşenlerinin hassas işlenmesini kolaylaştırmakta ve özellikle denizaltı ve gemi yapımında AWJ teknolojisinin geniş uygulama alanı bulmasına katkı sağlamaktadır. (Liang et al., 2025)

2.4 Lazer

CFRP kompozitin lazerle kesilmesini inceleyen bir çalışmada, kısa darbeli lazerlerin ısı birikimi etkisini incelenmiştir. Kısa darbeler, yüksek yoğunluk ve kısa etkileşim süresi sayesinde minimal termal hasar oluştururken, ardışık darbeler arasındaki sürenin yetersiz olması durumunda ısı birikimi meydana gelebildiği bildirilmiştir. Bu durum, fiber veya matrisin hasar sıcaklıklarının aşılmasına ve termal bozulmalara yol açtığı ifade edilmiştir. Çalışmada, darbe enerjisi ve tekrarlama hızı gibi lazer parametrelerinin ısı birikimi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için analitik bir model geliştirilmiştir. Model, zararlı sıcaklık artışı oluşmadan önce aynı noktaya uygulanabilecek maksimum darbe sayısını tahmin etmeye olanak tanımaktadır (Weber et al., 2012).

CFRP kompozitin ultra kısa darbeli lazerle işlenmesini inceleyen bir çalışmada, mikron boyutundaki ısıdan etkilenen bölge, kesme sırasında küçük konik açı ve temassız işleme nedeniyle avantajlı olduğu belirtilmiştir (Zhang et al., 2025). Daha kısa genişlik ve dalga boyuna sahip lazer darbeleri, daha kısa lazer-malzeme etkileşim süresi ve daha yüksek foton enerjisi nedeniyle daha yüksek işleme kalitesi sağladığı ifade edilen çalışmada, CFRP kesme deneyi için 515 nm dalga boyuna sahip bir femtosaniye lazer kullanılmıştır. Darbe akışı, nokta örtüşme oranı (SOR) (darbe frekansı ve tarama hızı ile belirlenir) ve kesme geçiş sayısının işleme kalitesi ve verimliliği üzerindeki etkileri lazer-malzeme etkileşimi ve termal modelleme kullanılarak analiz edilmiştir. Kesme hızı ve darbe frekansını orantılı olarak değiştirirken sabit SOR'u koruyan bir işleme yöntemi incelenmiştir. Yüksek frekanslı, yüksek hızlı kesme uygulamasıyla, işleme kalitesinden ödün

vermeden işleme süresinde önemli azalmalar elde edilmiştir. Örneğin, %80 SOR korunduğunda, 5 mm kalınlığındaki bir CFRP panel için toplam kesme süresi, 500 Hz'lik yüksek bir darbe frekansı ve 5000 mm/sn'lik yükseltilmiş bir kesme hızı kullanılarak 18 saniyeden sadece 3,6 saniyeye düşürülmüştür. Bu sonuçlar, yüksek frekanslı ve yüksek hızlı kesme yaklaşımının, CFRP lazer işleme için optimum bir çözüm olduğunu ve aynı anda hem üstün işleme kalitesi hem de gelişmiş üretim verimliliği sağladığını göstermektedir.

2.5 Tel Erozyon

Saha ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, CFRP kompozitlerin tel erozyonla kesme (WEDM) yöntemiyle işlenmesinde katman yönelimi ve deseninin etkisi araştırılmıştır. CFRP'nin heterojen ve anizotropik yapısı, yüksek mukavemet ve hafifliğine rağmen işlenmesini zorlaştırmaktadır. Araştırmada, WEDM sürecine ait çeşitli parametreler —özellikle yeni bir metal–CFRP–metal sandviç konfigürasyonu kullanılarak— incelenmiş ve CFRP numuneleri farklı parametre kombinasyonlarıyla işlenmiştir. Elde edilen kesitler mikroskop altında analiz edilerek yüzey düzgünlüğü ve kesim kalitesini en çok etkileyen parametreler belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, WEDM'in CFRP işlenmesinde yüksek hassasiyet ve karmaşık kesim yeteneğiyle etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir (Saha et al., 2024).

Sonuçlar

Yüksek performanslı olan CFRP malzemeler sahip olduğu mükemmel ve düşük ağırlık özellikleri sayesinde geleneksel malzemelere göre daha göz önünde ve yaygın hale gelmektedir. Birçok uygulama alanında ve çeşitli endüstriyel üretim sektörlerinde kullanılmaktadır. Kullanımının çeşitli ve yaygın olması sebebiyle işlenebilirliği hakkında araştırmaların yoğun şekilde devam ettiği görülmektedir. Bu çalışmada, CFRP malzemelerin kesme işlemi yapıldığı sıradaki davranışlarını incelemek ve hangi koşullarda en iyi işlendiğini inceleyen çalışmalar özetlenmiştir. Yapılan literatür incelemesinde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

CFRP delme sırasında meydana gelen en önemli hasar türleri; delaminasyon, yırtılma, yüzey boşlukları, çapaklardır. CFRP kompozitlerin delinmesi işleminde içten soğutma sıvısı kullanımının, kesme bölgesindeki sıcaklığı düşürmesi, flanş aşınmasının azalması, takım ömründe, yüzey pürüzlülüğünde ve delaminasyon gibi unsurlarda iyileşmesini sağladığı tespit edilmiştir. Delme işleminde optimum koşullar; düşük ilerleme, yüksek hız ve uygun takım geometrisinin birlikte seçilmesidir.

CFRP kompozitler için en çok yüksek hız çeliği (HSS) ve tungsten karbürden meydana gelen standart bükümlü matkaplar kullanılır. Matkap ucu tipi, işlem yapılacak malzemenin sıcaklığını etkileyen en önemli etkidir.

CFRP kompozitlerin frezeleme işleminde ise yüksek eğimli ve boşluk açılı kesiciler önerilirken, yüksek hızlı çelik (HSS) ve düz karbür kesici takımlarının kullanılması tavsiye edilmemektedir. Frezeleme işleminde en iyi sonuçlar, düşük ilerleme ve optimize edilmiş kesme hızı ile elde edilir; ultrasonik destek avantaj sağlar.

AWJM, CFRP için en uygun temassız yöntemlerden biridir; özellikle kalın laminatlarda yüzey kalitesi açısından üstündür.

LBM, takım aşınmasını tamamen ortadan kaldırır ancak termal etkilerin kontrolü için parametre optimizasyonu şarttır.

Ultrasonik destekli delme ve frezeleme, kesme kuvvetlerini azaltır, yüzey kalitesini artırır.

Kriyojenik soğutma (örneğin sıvı azot), matris sıcaklığını düşürerek termal hasarı azaltır. Hibrit işlemler enerji verimliliği ve takım ömrü açısından avantajlıdır. Hibrit teknikler, CFRP işlenmesinde geleceğin en umut verici yöntemlerindendir.

WEDM yöntemi Yüksek hassasiyetli ve karmaşık geometriler elde etmekte kullanılabilir.

Elektriksel parametrelerin kontrolü, yüzey bütünlüğü için kritiktir. Metal–CFRP–metal sandviç yapıların işlenmesinde başarıyla kullanılabilir.

Doğal elyaf kompozitler ise sentetik elyaf kompozitlerin kesme davranışından değişik davranış sergilemektedir. CFRP kompozitlerin işlenmesindeki en kritik parametre ise elyaf yönelimidir. Elyaf yönelimi önemli bir faktör olup bu kompozitlerin işlenirken uğradığı takım aşınması, yüzey bütünlüğü ve delaminasyonu gibi durumları etkilemektedir.

Delaminasyon üzerindeki etkilere bakıldığında ise çift yönlü CFRP kompozitlerin kesilmesini en fazla ilerleme hızı etkilemiştir. Bu hız arttıkça ilerleme kuvveti artmakta ve buna bağlı olarak titreşimin fazlaşması, dolaylı olarak da işleme hatası artmaktadır.

Delaminasyon hasarı ilerlemeye hızıyla doğru orantılı bir şekilde artar. Mil hızının etkisi ise buna göre daha azdır. Takım geometrisi ise delaminasyon oluşumu büyük çapta etkiler.

Kaynakça

An, Q. L., Xu, J., Cai, X. J., & Chen, M. (2013). Experimental investigation on drilling force and hole quality when drilling of T800S/250F CFRP laminate. *Advanced Materials Research*, 797, 155-160.

- Barile, C., & Casavola, C. (2019). Mechanical characterization of carbon fiber-reinforced plastic specimens for aerospace applications. In *Mechanical and physical testing of biocomposites, fibre-reinforced composites and hybrid composites* (pp. 387-407). Woodhead Publishing.
- Clyne, T. W., & Hull, D. (2019). *An introduction to composite materials*. Cambridge university press.
- El-Hofy, M., Helmy, M. O., Escobar-Palafox, G., Kerrigan, K., Scaife, R., & El-Hofy, H. (2018). Abrasive water jet machining of multidirectional CFRP laminates. *Procedia Cirp*, 68, 535-540.
- Girof, F., Dau, F., & Gutiérrez-Orrantia, M. E. (2017). New analytical model for delamination of CFRP during drilling. *Journal of Materials Processing Technology*, 240, 332-343.
- Ji, W., Wang, Y. W., Li, Y. F., Yan, F. G., & Liu, X. L. (2011). Study of exit burr formation of CFRP. *Advanced Materials Research*, 188, 154-157.
- Karataş, M. A., & Gökkaya, H. (2018). A review on machinability of carbon fiber reinforced polymer (CFRP) and glass fiber reinforced polymer (GFRP) composite materials. *Defence Technology*, 14(4), 318-326.
- Liang, W., Cheng, L., Dong, H., Guo, Y., & Ke, Y. (2025). Quality prediction and process optimization in abrasive waterjet cutting of ultra-thick carbon fiber reinforced polymer. *Polymer Composites*, 46(5), 4781-4799.
- Mansour, G., Kyratsis, P., Korlos, A., & Tzetzis, D. (2021). Investigation into the effect of cutting conditions in turning on the surface properties of filament winding gfrp pipe rings. *Machines*, 9(1), 16.
- Marques, A. T., Durão, L. M., Magalhães, A. G., Silva, J. F., & Tavares, J. M. R. (2009). Delamination analysis of carbon fibre reinforced laminates: Evaluation of a special step drill. *Composites Science and Technology*, 69(14), 2376-2382.
- Mazumdar, S. (2001). *Composites manufacturing: materials, product, and process engineering*. CrC press.
- Ogawa, K., Aoyama, E., Inoue, H., Hirogaki, T., Nobe, H., Kitahara, Y., ... & Gunjima, M. (1997). Investigation on cutting mechanism in small diameter drilling for GFRP (thrust force and surface roughness at drilled hole wall). *Composite Structures*, 38(1-4), 343-350.
- Pecat, O., Rentsch, R., & Brinksmeier, E. (2012). Influence of milling process parameters on the surface integrity of CFRP. *Procedia Cirp*, 1, 466-470.
- Peters, ST (Ed.). (2013). *Kompozitler el kitabı* . Springer Bilim ve İş Medyası.
- Ramirez, C., Poulachon, G., Rossi, F., & M'Saoubi, R. (2014). Tool wear monitoring and hole surface quality during CFRP drilling. *Procedia CIRP*, 13, 163-168.
- Saha, S., Arunkumar, T., Debnath, K., & Chaurasia, S. (2024). Optimization of Kerf width in WEDM of sandwich woven CFRP-an ensemble machine learning based approach. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 1-12.
- Tao Chen, T., Xiao, H., Li, C., Wang, G., Yu, Z. (2025). Study on the influence of tool structure on the gyroscopic milling performance of CFRP, *Journal of Manufacturing Processes*, 149, 718-732.
- Vorderbrüggen, J., & Meschut, G. (2019). Investigations on a material-specific joining technology for CFRP hybrid joints along the automotive process chain. *Composite Structures*, 230, 111533.
- Wang, F., Gu, T., Wang, X., Jin, X., & Zhang, B. (2021). Analysis of burr and tear in milling of carbon fiber reinforced plastic (CFRP) using finite element method. *Applied Composite Materials*, 28(4), 991-1018.
- Wang, X., Song, C., Tong, J., Li, L., Wu, M., & Zhao, B. (2024). Study on the influence of ultrasonic-assisted cutting on the surface quality of CFRP. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 131(5), 1989-2000.
- Weber, R., Freitag, C., Kononenko, T. V., Hafner, M., Onuseit, V., Berger, P., & Graf, T. (2012). Short-pulse laser processing of CFRP. *Physics Procedia*, 39, 137-146.



- Yang, Y., Chen, X., Si, L., Yan, H., Dou, Z., Liu, F., Xia, H. (2025). Influence of machining on the bonding strength of CFRP and its enhancement by resin precoating with nanoparticles, *Composites Science and Technology*, 270, 111265.
- Zhang, D., Zhang, W., Huang, T., Jiang, Q., Xue, G., Zhang, H., Wang, L., Sun, C. (2025). Investigation of carbon fiber-reinforced epoxy composite cutting by green light femtosecond pulsed laser, *Optics & Laser Technology*, 192, 113678.
- Zou, F., Zhong, B., Zhang, H., An, Q., & Chen, M. (2022). Machinability and surface quality during milling CFRP laminates under dry and supercritical CO₂-based cryogenic conditions. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 9(3), 765-781.

ALÇAK GEÇİREN KESİRLİ DERECELİ FİLTRENİN FREKANS CEVABININ İYİLEŞTİRMESİ VE FPGA İLE DİJİTAL OLARAK GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Öğr. Gör. Ömer PEKTAŞ

Karamanoglu Mehmetbey University, Department of Vocational School of Technical Sciences, Electric and Energy, Karaman

ORCID ID: 0000-0002-6927-6529

Doç. Dr. Murat KÖSEOĞLU

Inonu University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, Malatya

ORCID ID: 0000-0003-3774-1083

ÖZET

Bu çalışmada, sinyal işleme ve kontrol sistemlerinde artan bir öneme sahip olan kesir dereceli alçak geçiren filtrelerin gerçekleştirilmesinde yaygın olarak kullanılan Oustaloup yaklaşımının frekans tepkisi performansını iyileştirmeye yönelik yeni bir yöntem sunulmuştur. Geleneksel Oustaloup yaklaşımının özellikle bant kenarlarında ve geniş frekans aralıklarında gösterdiği yaklaşım hatalarını en aza indirmek amacıyla filtre katsayıları çok amaçlı optimizasyon yöntemlerinden biri kullanılarak optimize edilmiştir. Kesirli dereceli filtrenin gerçekleştirilmesi sürecinde yapılan bu iyileştirme sayesinde, frekans cevabında daha doğru sonuçlar elde edildiği gösterilmiştir. Elde edilen iyileştirilmiş filtre fonksiyonu, yüksek hızlı ve paralel işlem kabiliyetleri sayesinde gerçek zamanlı uygulamalar için ideal bir platform olan Alan Programlanabilir Kapı Dizisi (FPGA) üzerinde dijital olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen simülasyon sonuçlarına göre, iyileştirilmiş filtre fonksiyonunun, Oustaloup kesir dereceli yaklaşım metodu uygulanmış alçak geçiren filtre fonksiyonuna kıyasla, belirlenen frekans aralığında, ideal değerine daha yakın bir davranış sergilediği gözlemlenmiştir. Ayrıca, FPGA tabanlı gerçekleştirmenin, kesir dereceli sistemlerin pratik uygulamaları için verimli bir çözüm sunduğu gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kesir dereceli yaklaşım, Oustaloup, optimizasyon, FPGA

IMPROVEMENT OF THE FREQUENCY RESPONSE OF A LOW-PASS FRACTIONAL-ORDER FILTER AND ITS DIGITAL IMPLEMENTATION WITH FPGA

ABSTRACT

This study presents a novel method aimed at improving the frequency response performance of fractional-order low-pass filters, which have gained increasing importance in signal processing and control systems. The proposed approach enhances the classical Oustaloup approximation, which often exhibits significant errors near the frequency band edges and across wide frequency ranges.

To minimize these approximation errors, the filter coefficients were optimized using a multi-objective optimization technique. This improvement in the realization of the fractional-order filter resulted in a more accurate frequency response. The optimized filter function was digitally implemented on a Field-Programmable Gate Array (FPGA), a platform well suited for real-time applications due to its high speed and parallel processing capabilities. Simulation results demonstrate that the optimized filter exhibits behavior much closer to the ideal fractional-order response compared to the conventional Oustaloup-based low-pass filter within the specified frequency range. The FPGA-based realization further confirms that fractional-order systems can be efficiently implemented for practical, real-time applications.

Keywords: Fractional order approximation, Oustaloup, optimization, FPGA

1. INTRODUCTION

In recent years, fractional calculus has revolutionized the fields of science and engineering by offering more flexible and accurate modeling capabilities compared to traditional integer-order systems (Diethelm et al. 2022; Joshi, Bhosale, and Vyawahare 2023; Viera-Martin et al. 2022). In disciplines as diverse as control systems, signal processing, biomedical engineering, and circuit theory, it has been proven to more successfully describe memory and hereditary properties of real-world physical systems (e.g., viscoelastic materials, battery charge dynamics, or complex biological processes) (Ates et al. 2019; Badr et al. 2024; Huang et al. 2024; Köseoğlu 2023). Particularly in control and signal processing, the use of fractional order s^α ($0 < \alpha < 1$) operators provides an extra degree of freedom to the system designer, allowing the development of more robust and high-performance systems (Liu 2024).

As a reflection of these developments, fractional-order filters have demonstrated superior properties compared to traditional integer filters. While the pass-band slope of integer filters is limited to $-20n$ dB/decade (where n is an integer), fractional order filters can have an arbitrary slope of -20α dB/decade (Muresan et al. 2021). This flexibility allows for more precise control over cutoff frequency, bandwidth, and pass-band slope in filter design. Fractional-order low-pass filters have the potential to outperform standard Butterworth or Chebyshev filters in noise suppression and signal smoothing applications (Krishna and Janarthanan 2023).

Despite these advantages provided by fractional order systems, the complex structure of the s^α operator, which requires infinite memory, makes the practical realization of these systems difficult. To overcome this difficulty, various methods have been proposed in the literature to approximate fractional order operators with integer order rational transfer functions. Among these, Grünwald-Letnikov (GL), Carlson, Matsuda, Modified Stability Boundary Locus (MSBL) and Oustaloup approximation methods stand out. In particular, the Oustaloup approach has found wide use due to its high accuracy in a specified frequency range and its structure suitable for analog/digital implementation (Iqbal and Shekh 2016). However, the traditional Oustaloup approximation exhibits significant amplitude and phase errors, especially in wide frequency ranges or near the edges of the approximation band. This causes the filter to deviate from the desired ideal frequency response.

The use of optimization algorithms has become popular in recent years to overcome these inherent limitations of the Oustaloup approach and increase the accuracy of the approach. Meta-heuristic optimization techniques such as Particle Swarm Optimization (PSO), Genetic Algorithm (GA) or differential evolution (DE) can be used to minimize frequency response error by directly optimizing the numerator and denominator coefficients of the filter (Gao and Liao 2012). In this study, to minimize the frequency response errors caused by the traditional Oustaloup approach, the filter coefficients were re-adjusted using the fgoalattain optimization technique, which is a multi-objective optimization technique. In this way, a filter performance much closer to ideal is aimed at within the specified operating frequency range.

An improved filter obtained at the simulation level can only be of practical value if it is implemented in real time and on efficient hardware. The increasing complexity of fractional order systems creates a computational burden for traditional processor-based solutions. Field Programmable Gate Arrays (FPGA) offer an ideal platform for such complex digital signal processing algorithms, thanks to their parallel processing architecture, high processing speed, reprogram ability and low latency (Aggarwal 2021; Badr et al. 2024; Malik and Mir 2020; Tolba et al. 2019). FPGAs pave the way for real-time applications by executing in parallel the intensive multiplication and addition operations required for the digital implementation of fractional order operators (Jubair Ahamed and Abdul Haseeb 2021).

The main contribution of this study is to improve the frequency response performance of a fractional order low-pass filter based on the Oustaloup approximation method using multi-objective optimization and to present a high-performance digital implementation of this improved filter on FPGA. With this method, a more accurate filter was obtained by eliminating the weaknesses of the standard Oustaloup approach at the band edges.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Fractional Order Filter Model

In this study, a fractional order low-pass filter (FO-LPF) with $\alpha = 0.9$ is considered as the ideal reference model. The continuous-time transfer function $H(s)$ of this filter is given in Equation (1).

$$H(s) = \frac{5}{1.2s^{0.9}+4} \quad (1)$$

2.2. Approach with the Oustaloup Approximation Method

Expressing the fractional order $s^{0.9}$ operator with an integer-order rational transfer function is a requirement for the analysis and implementation of the system. In this study, the Oustaloup approximation method was used, which provides high accuracy in a specified frequency range. A 3rd order ($N=3$) filter structure was chosen for the approach.

When the 3rd order Oustaloup approximation is applied to the reference $H(s)$ function, the standard integer approximation transfer function called $H_{ous}(s)$ is obtained as in Equation (2).

$$H_{ous}(s) = \frac{5s^3+4012s^2+3.187 \cdot 10^4s+2506}{605.4s^3+1.086 \cdot 10^4s^2+2.646 \cdot 10^4s+2006} \quad (2)$$

This transfer function can be decomposed by partial fraction expansion method as:

$$H_{ous}(s) = \frac{3.736}{s+15.04} + \frac{2.741}{s+2.812} + \frac{0.001392}{s+0.07833} + 0.0082 \quad (3)$$

2.3. Optimization of Filter Coefficients

The traditional Oustaloup approximation $H_{ous}(s)$ represents the frequency response of the ideal $H(s)$ model with a certain margin of error, especially at the band's edges and over wide frequency

ranges. To minimize this approximation error and improve the frequency response, the coefficients of the $H_{ous}(s)$ function have been optimized.

For the optimization process, fgoalattain, a multi-objective goal-based optimization function included in MATLAB Optimization Toolbox™, was used. The optimization aims to find new coefficients that will minimize the error of the frequency response of the $H_{ous}(s)$ filter compared to the magnitude response of the ideal $H(s)$ model over a specified frequency range. At the end of the optimization process, the improved transfer function called $H_{opt.-ous}(s)$ was obtained as shown in Equation (3).

$$H_{opt.-ous}(s) = \frac{0.5658s^3 + 401.2s^2 + 5608s + 5012}{63.73s^3 + 1479s^2 + 5868s + 4012} \quad (4)$$

Also, this transfer function can be decomposed by using the partial fraction expansion method as:

$$H_{opt.-ous}(s) = \frac{2.604}{s+13.77} + \frac{3.321}{s+3.361} + \frac{0.01638}{s+0.2643} + 0.0099 \quad (5)$$

2.4. Digital Realization

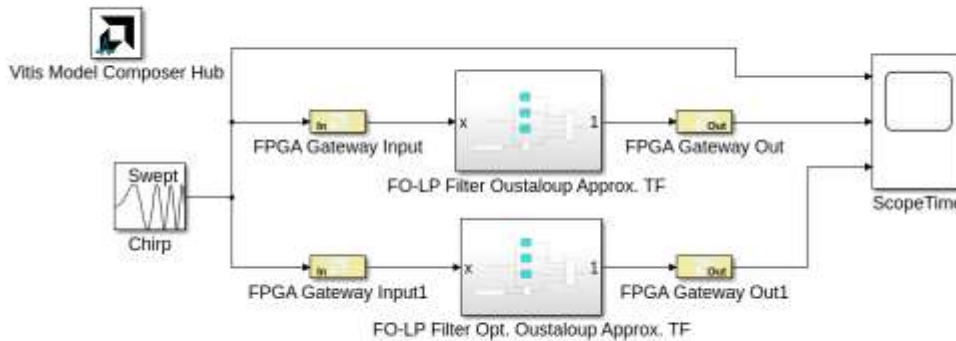
Direct implementation of 3rd order transfer functions on hardware may cause coefficient sensitivity, numerical stability problems, and high resource usage. To overcome these difficulties and provide an efficient implementation on the FPGA, both the standard $H_{ous}(s)$ and the optimized $H_{opt.-ous}(s)$ functions are decomposed into parallel connected first-order filters and a gain term using the partial fraction expansion method like in Equation 4. To implement a continuous-time transfer function on an FPGA platform, it must first be transformed into its discrete-time equivalent. Several discretization techniques can be employed for this purpose, including Zero-Order Hold (ZOH), First-Order Hold (FOH), impulse-invariant mapping, the Tustin (bilinear) transformation, zero-pole matching, and least-squares-based methods. Each of these approaches exhibits distinct advantages and limitations, and the selection of an appropriate method depends on the specific system dynamics and the characteristics of the input signal. In the present study, all the techniques mentioned above were evaluated using MATLAB. The results indicate that, for the transfer function under consideration, the Tustin approximation with a sampling period of 10 ms

provides the most accurate performance within the defined frequency range. Then, the resulting functions in the z-domain are obtained as follows:

$$H_{ous}(z) = \frac{0.01737+0.01737z^{-1}}{1-0.8601z^{-1}} + \frac{0.01352+0.01352z^{-1}}{1-0.9723z^{-1}} + \frac{6.958e-06+6.958e-06z^{-1}}{1-0.9992z^{-1}} + 0.0082 \quad (6)$$

$$H_{opt.-ous}(z) = \frac{0.01218+0.01218z^{-1}}{1-0.8712z^{-1}} + \frac{0.01633+0.01633z^{-1}}{1-0.9669z^{-1}} + \frac{8.181e-05+8.181e-05z^{-1}}{1-0.9974z^{-1}} + 0.0099 \quad (7)$$

Equation (6) and (7) correspond to the combined representation of three individual IIR filter sections accompanied by a static gain factor. These composite transfer functions were realized in Simulink through the summation of the respective IIR filters using the Vitis Model Composer Hub within the Xilinx System Generator environment. The Vitis Model Composer Hub System Generator, developed by Xilinx, enables the implementation of FPGA-based designs through a model-driven approach within the MATLAB/Simulink environment. This tool provides a dedicated library of digital signal processing (DSP) blocks optimized for Xilinx devices, allowing designers to construct and simulate hardware architectures that align with specific system requirements. In the present study, a dedicated subsystem block was created for each rational



incorporated to facilitate seamless data exchange between the Simulink environment and the FPGA design components, ensuring proper communication and synchronization between software and hardware domains.

Each IIR filter was implemented as an individual subsystem, as shown in Figure 1. The AMD Artix-7 XC7A100T-CSG324-1 FPGA device was selected as the target hardware platform within

the Vitis Model Composer Hub simulation environment. The individual filter subsystems were subsequently integrated using an adder tree block from the Xilinx DSP library to generate the overall system output corresponding to the implemented transfer function.

3. RESULTS AND DISCUSSION

In this section, filter $H(s)$ based on the standard Oustaloup approach, whose methodology was explained above, and filter $H_{ous}(s)$ optimized using the `fgoalattain` function are compared. Subsequently, a chirp signal spanning the frequency range of [0.01, 100] Hz was applied to the system to evaluate its frequency response. During the simulation, both input and output signals were recorded using a time scope, enabling the extraction of frequency-domain characteristics from the FPGA-based implementation. The obtained transfer function responses were interpolated in MATLAB to match the desired frequency resolution. To further refine the accuracy of the magnitude and phase characteristics, a Butterworth smoothing filter was applied, effectively reducing high-frequency fluctuations while preserving the intrinsic dynamics of the system response. The comparison is made based on both simulations made through continuous-time transfer functions and FPGA realization ("Gateway Out") simulations modeled with Vitis Model Composer.

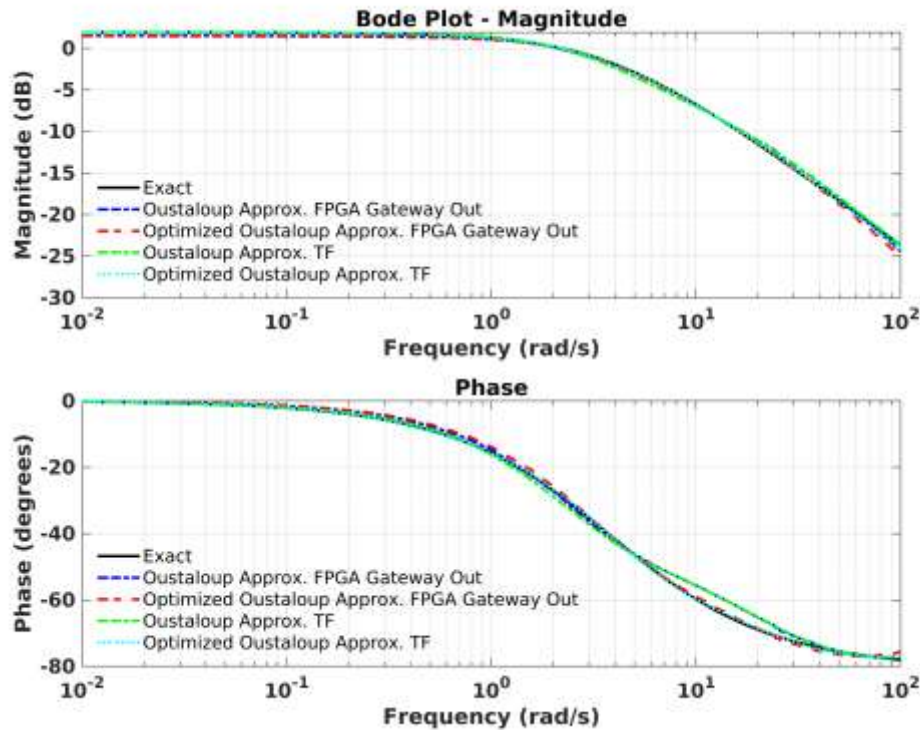


Figure 2. Comparison of the frequency responses of the approximate transfer functions obtained by the Oustaloup approximation methods, and the proposed method, with the exact frequency responses for the FO low-pass filter.

The frequency responses of all functions are presented as magnitude and phase responses in Figure 2. Root Mean Square Error (RMSE) values were calculated to numerically evaluate the performance of the systems compared to the ideal Exact reference model. The calculated RMSE values are summarized in Table 1. These results clearly indicate that the applied optimization algorithm substantially enhances the frequency response accuracy of the Oustaloup approximation method. It is observed that the optimization-based approach achieves notably improved performance compared to the non-optimized discrete-time transfer functions derived from alternative fractional-order approximation techniques. The implementation results further demonstrate that the optimized Oustaloup-based transfer function provides significant improvements in both magnitude and phase accuracy, particularly at higher frequency regions.

Table 1. The error comparisons of magnitude and phase responses based on frequency-based Oustaloup approximation method for FO low pass filter, $\omega \in [0.01, 100]$ rad/s.

FO Methods	RMSE	
	Magnitude	Phase
Oustaloup Approx. TF	0.2570	1.6330
Optimized Oustaloup Approx. TF	0.0950	0.3008
Oustaloup Approx. TF FPGA Gateway Out	0.0042	1.6276
Optimized Oustaloup Approx. TF FPGA Gateway Out	0.1452	1.0109

4. Conclusions

In this study, an optimization method to improve the frequency response performance of the Oustaloup approximation method, which is widely used in the realization of fractional order low-pass filters, is presented, and the effects of this method on FPGA-based digital realization are examined.

An ideal fractional order low-pass filter transfer function was approximated by the 3rd order Oustaloup method, and the coefficients of the resulting standard transfer function were re-optimized using the MATLAB fgoalattain function. Continuous time simulations have shown that the proposed optimization method greatly reduces the errors of the standard Oustaloup approach, especially in the phase response, but also in the gain response.

Both filter models were discretized using the Tustin method with a sampling time of $T_s = 10\text{ms}$, and FPGA realization simulations were carried out in the AMD Vitis Model Composer environment. Simulation results revealed that optimization performed in continuous time may not be directly reflected in discrete time and that the discretization process may lead to unexpected effects (such as coincidental improvement of the gain response of the standard filter). However, one of the main goals of the study, which is to improve phase response, has also been achieved in digital realization. The phase error of the optimized FPGA filter was found to be significantly lower compared to the phase error of the standard FPGA filter.

In conclusion, this study has shown that optimization of Oustaloup coefficients of fractional order filters is an effective method to improve the phase accuracy of the system, and these improved filters can be successfully implemented for real-time applications on modern digital platforms such as an FPGA. In future studies, it can be aimed to realize FPGAs with higher accuracy by performing

the optimization process directly in discrete time, preventing performance losses due to discretization.

REFERENCES

- Aggarwal, Supriya. 2021. "Efficient Design of Decimation Filter Using Linear Programming and Its FPGA Implementation." *Integration* 79:94–106. doi:10.1016/j.vlsi.2021.03.008.
- Ates, Abdullah, Baris Baykant Alagoz, Aleksei Tepljakov, Eduard Petlenkov, Celaledddin Yeroglu, Aleksei Kuznetsov, and Innokenti Sobolev. 2019. "Fractional Order Model Identification of Receptor-Ligand Complexes Formation by Equivalent Electrical Circuit Modeling." Pp. 1–4 in *2019 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*.
- Badr, Iman S., Ahmed G. Radwan, El-Sayed M. EL-Rabaie, Lobna A. Said, Walid El-Shafai, Ghada M. El-Banby, and Fathi E. Abd El-Samie. 2024. "Circuit Realization and FPGA-Based Implementation of a Fractional-Order Chaotic System for Cancellable Face Recognition." *Multimedia Tools and Applications* 83(34):81565–90. doi:10.1007/s11042-023-15867-z.
- Diethelm, Kai, Virginia Kiryakova, Yuri Luchko, J. A. Tenreiro Machado, and Vasily E. Tarasov. 2022. "Trends, Directions for Further Research, and Some Open Problems of Fractional Calculus." *Nonlinear Dynamics* 107(4):3245–70. doi:10.1007/s11071-021-07158-9.
- Dixit, Harish V., and Dr Vikas Gupta. 2012. "IIR Filters Using Xilinx System Generator for FPGA Implementation." *International Journal of Engineering Research and Applications* 2(5):303–7.
- Gao, Zhe, and Xiaozhong Liao. 2012. "Improved Oustaloup Approximation of Fractional-Order Operators Using Adaptive Chaotic Particle Swarm Optimization." *Journal of Systems Engineering and Electronics* 23(1):145–53. doi:10.1109/JSEE.2012.00018.
- Huang, Guo, Hong-ying Qin, Qingli Chen, Zhazhan Shi, Shan Jiang, and Chenying Huang. 2024. "Research on Application of Fractional Calculus Operator in Image Underlying Processing." *Fractal and Fractional* 8(1). doi:10.3390/fractalfract8010037.
- Iqbal, Asif, and Rakesh Roshon Shekh. 2016. "A Comprehensive Study on Different Approximation Methods of Fractional Order System." *International Research Journal of Engineering and Technology* 3(8):1848–53.
- Joshi, Manisha, Savita Bhosale, and Vishwesh A. Vyawahare. 2023. "A Survey of Fractional Calculus Applications in Artificial Neural Networks." *Artificial Intelligence Review* 56(11):13897–950. doi:10.1007/s10462-023-10474-8.
- Jubair Ahamed, P., and Mohammed Abdul Haseeb. 2021. "Implementation of Digital IIR Filter Design Based on Field Programmable Gate Array." *Materials Today: Proceedings* 45:2573–77. doi:10.1016/j.matpr.2020.11.273.
- Köseoğlu, Murat. 2023. "A Hybrid Approximation Method for Integer-Order Approximate Realization of Fractional-Order Derivative Operators." *Journal of Circuits, Systems and Computers* 32(13):2350224. doi:10.1142/S0218126623502249.
- Krishna, Battula Tirumala, and Midhunchakkaravarthy Janarthanan. 2023. "Realization of Fractional Order Lowpass Filter Using Different Approximation Techniques." *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics* 12(6):3552–61.
- Liu, Xiaomin. 2024. "Fractional Calculus in Non-Stationary Signal Analysis." Pp. 578–84 in *Proceedings of the 2024 9th International Conference on Cyber Security and Information Engineering, ICCSIE '24*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.
- Malik, S. A., and A. H. Mir. 2020. "FPGA Realization of Fractional Order Neuron." *Applied Mathematical Modelling* 81:372–85. doi:10.1016/j.apm.2019.12.008.



- Muresan, Cristina I., Isabela R. Birs, Eva H. Dulf, Dana Copot, and Liviu Miclea. 2021. "A Review of Recent Advances in Fractional-Order Sensing and Filtering Techniques." *Sensors* 21(17). doi:10.3390/s21175920.
- Tolba, Mohammed F., Lobna A. Said, Ahmed H. Madian, and Ahmed G. Radwan. 2019. "FPGA Implementation of the Fractional Order Integrator/Differentiator: Two Approaches and Applications." *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers* 66(4):1484–95. doi:10.1109/TCSI.2018.2885013.
- Viera-Martin, E., J. F. Gómez-Aguilar, J. E. Solís-Pérez, J. A. Hernández-Pérez, and R. F. Escobar-Jiménez. 2022. "Artificial Neural Networks: A Practical Review of Applications Involving Fractional Calculus." *The European Physical Journal Special Topics* 231(10):2059–95. doi:10.1140/epjs/s11734-022-00455-3.
- Xilinx System Generator for DSP Getting Started Guide. n.d.

**ÇOK ETİKETLİ HAYVAN DAVRANIŞLARININ
IMU ZAMAN SERİSİ VERİLERİYLE SINIFLANDIRILMASI: TRANSFER ÖĞRENME VE
DOMAIN ADAPTATION YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**

Furkan SAY

Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Yenişehir, Mersin
ORCID ID: 0009-0003-8086-2873

Doç. Dr. Çiğdem ACI

Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Yenişehir, Mersin
ORCID ID: 0000-0002-0028-9890

ÖZET

Bu çalışma, giyilebilir atalet ölçüm birimlerinden (IMU; Ax, Ay, Az, Gx, Gy, Gz) elde edilen zaman serisi verileriyle hayvan davranışlarının çok etiketli olarak sınıflandırılmasını amaçlar. Hayvancılık ve veteriner hekimlikte sağlık ve refahın düzenli izlenmesi kritik olsa da, sahadaki gözleme dayalı yöntemler hem yorucudur hem de büyük sürüler için zor ölçeklenir. Bu nedenle otomatik veri analizi temelli yaklaşımlar, artık lüks değil, pratik bir gereksinimdir. Araştırma üç aşamada kurgulanmıştır. İlk aşamada hatalı ve dengesiz örnekler temizlenmiş; sınıf dağılımını iyileştirmek için Tomek Link, Edited Nearest Neighbor (ENN), MLSMOTE ve CWGAN uygulanmıştır. İkinci aşamada PCA tabanlı özellik çıkarımıyla ortak bir temsil uzayı elde edilmiştir. Son aşamada ise transfer öğrenme (TL) ve alan uyarlama (DANN) stratejileri karşılaştırmalı olarak test edilmiştir. Burada köpek verileri “kaynak” domain, keçi ve at verileri ise “hedef” domain olarak kullanılmıştır. Ayrıca davranışların karşılaştırılabilir olması için ontoloji tabanlı bir analizle on iki ortak davranış kategorisi belirlenmiş ve hayvan davranışları buna göre gruplandırılmıştır.. Ön bulgulara göre, köpek verilerinde elde edilen sonuçlar Micro-F1 $\approx$ 0.71, Macro-F1 $\approx$ 0.67, Hamming Loss $\approx$ 0.089 ve Jaccard $\approx$ 0.53 seviyelerine ulaşmıştır. Keçi ve at verileri üzerinde yapılan deneylerde DANN yaklaşımı, TL’ye göre daha dengeli bir performans göstermiştir. Buna karşılık, mevcut formuyla kullanılan psödo self-training (PST) stratejisi modelin başarımını düşürmüş ve daha güvenilir, sınıf dengesini gözetken etiketleme yöntemlerinin gerekliliğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, bildiğimiz kadarıyla bu çalışma literatürde ilk kez çok etiketli zaman serisi verileriyle türler arası transfer öğrenme ve alan uyarlama yöntemlerini sistematik biçimde karşılaştırmakta; aynı zamanda PST’nin zayıf yönlerini sayısal bulgularla ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çok etiketli sınıflandırma, giyilebilir sensörler, hayvan davranış analizi, transfer öğrenme, domain adaptation, DANN.

**CLASSIFICATION OF MULTI-LABEL ANIMAL BEHAVIORS
USING IMU TIME SERIES DATA: A COMPARATIVE ANALYSIS OF TRANSFER
LEARNING AND DOMAIN ADAPTATION METHODS**

ABSTRACT

This research focuses to classify animal behavior using multi-label classification based on time series data obtained from wearable inertial measurement units (IMU; Ax, Ay, Az, Gx, Gy, Gz). While regular monitoring of health and welfare is critical in animal husbandry and veterinary medicine, field-based observation methods are both labor-intensive and difficult to scale for large herds. Therefore, approaches based on automated data analysis are no longer a luxury but a practical necessity. The research was designed in three stages. In the first stage, erroneous and imbalanced samples were cleaned; Tomek Link, Edited Nearest Neighbor (ENN), MLSMOTE, and cWGAN were applied to improve class distribution. In the second stage, a common representation space was obtained through PCA-based feature extraction. In the final stage, transfer learning (TL) and domain adaptation (DANN) strategies were tested comparatively. Here, dog data was used as the “source” domain, while goat and horse data served as the “target” domain. Additionally, to ensure comparability of behaviors, an ontology-based analysis was conducted to identify twelve common behavior categories. Animal behaviors were then grouped accordingly. According to preliminary findings, the results obtained from the dog data reached Micro-F1 ≈ 0.71 , Macro-F1 ≈ 0.67 , Hamming Loss ≈ 0.089 , and Jaccard ≈ 0.53 levels. In experiments conducted on goat and horse data, the DANN approach showed a more balanced performance compared to TL. In contrast, the pseudo self-training (PST) strategy, used in its current form, reduced the model's performance and highlighted the need for more reliable labeling methods that consider class balance. In conclusion, to the best of our knowledge, this study is the first in the literature to systematically compare cross-domain transfer learning and domain adaptation methods with multi-labeled time series data; it also highlights the weaknesses of PST with numerical findings.

Keywords: Multi-label classification, wearable sensors, animal behavior analysis, transfer learning, domain adaptation, DANN.

GİRİŞ

Keçi, köpek ve at hareketlerinin ve sağlığının düzenli olarak izlenmesi, üretim verimliliğini artırmak için kritik öneme sahiptir. Bu davranışların sensörlerle gerçek zamanlı takibi hastalıkların erken saptanması, stres düzeylerinin izlenmesi ve refah göstergelerinin kesintisiz kaydı gibi somut avantajlar sunar. Buna karşın saha gözlemleri hem zaman alıcı hem de gözlemciye bağlı önyargılar nedeniyle tutarsızdır; geniş sürülere ölçeklemek de pratikte zordur. Şte bu noktada ataletsel ölçüm birimi (IMU, *Inertial Measurement Unit*) tabanlı sensörler öne çıkar: davranışları kesintisiz, görece düşük maliyetli ve nesnel biçimde analiz etmeye imkân verirler.

Son yıllarda literatürde farklı türlere ait IMU veri kümeleri yayımlanmıştır; örneğin DogMoveData (köpek), GoatData (keçi) ve Horsing Around (At). Bu veri kümeleri makine ve derin öğrenme yöntemleriyle davranış sınıflandırmada kullanılsa da, çalışmaların büyük bölümü tek tür ve tek etiketli senaryolara odaklanır. Çok etiketli durumlar hayvanların eşzamanlı birden fazla davranış sergilediği senaryolar ise oldukça az incelenmiştir. Oysa gerçek yaşamda davranışlar çoğu kez katmanlıdır: bir köpek yürürken aynı anda koklama davranışını sergileyebilir; bir keçi otlarken sosyal etkileşim gösterebilir. Yani çok etiketli sınıflandırma “teorik bir ayrıntı” değil, sahada karşılığı olan bir gereksinimdir. Buna rağmen literatür bu yönü genellikle göz ardı etmiştir. Türler arası farklılıkların hesaba katılmaması da ayrı bir sorundur. Köpek verisiyle eğitilen bir modelin doğrudan keçi veya at üzerinde düşük doğruluk sergilemesi bu sınırlılığı açık biçimde ortaya koyar. Bu noktada TL ve domain adaptation (DA) yöntemlerinin önemi giderek artmaktadır. TL bilgisayarla görü gibi alanlarda yaygın biçimde kullanılırken, hayvan davranışlarının sınıflandırılmasında sınırlı sayıda uygulama vardır. DA yöntemlerinden DANN ise bu bağlamda neredeyse hiç denenmemiştir. Elde ettiğim bu bulgular sayesinde, literatürde hâlâ çoğunlukla görülen tek etiket ve tek alan (domain) odaklı yaklaşımın yetersiz kaldığını göstermekte çok etiketli zaman serisi sınıflandırmasının DA yöntemleriyle birlikte ele alınması belirgin bir araştırma boşluğuna işaret etmektedir. Bu çalışma, türler arası farklılıkları gözetten pratikte uygulanabilir ve özgün bir yaklaşım geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Motivasyon ve Problem Tanımı

Hayvancılık ve veteriner hekimlikte hayvan refahının sağlanması hem etik bir sorumluluk hem de sürdürülebilir üretimin bir gereğidir. Bu bağlamda, hayvan davranışlarının düzenli takibi, refah düzeyini anlamak ve proaktif müdahalelerde bulunmak için en güvenilir göstergelerden birini

sunar. Bu takip sayesinde hastalıklar erken teşhis edilir, stres seviyeleri kontrol altına alınır ve beslenme stratejileri etkin bir şekilde yönetilir. Fakat geleneksel gözlem metotları bu ihtiyaca tam olarak cevap verememektedir. Zira bu metotlar; zaman alıcı olmaları, sonuçlarının öznelliğe açık olması ve en önemlisi ölçeklenebilirlikten uzak kalmaları gibi temel dezavantajlara sahiptir. Giyilebilir sensörler, özellikle IMU birimlerinden elde edilen veriler, hayvan davranışlarının sürekli, düşük maliyetli ve objektif bir şekilde analiz edilmesini sağlar.

Literatür Analizi

Giyilebilir sensörler, son yıllarda hayvan davranışlarının izlenmesinde öne çıkmış durumda. Özellikle ivmeölçer ve jiroskop tabanlı IMU verileri, günlük aktivitelerin otomatik sınıflandırılmasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Lovarelli vd., 2022; Monteiro vd., 2022). Buna rağmen, literatürdeki çalışmaların önemli bir kısmı tek etiketli sınıflandırmaya yönelmiştir. Köpeklerle yapılan deneylerde, derin öğrenme modellerinin yürüme, koşma ve oturma gibi davranışları başarılı biçimde ayırt edebildiği rapor edilmiştir (Hussain vd., 2022; Lee vd., 2021). Benzer biçimde, keçi beslenme davranışı %98'e varan doğrulukla sınıflandırılmış; at davranışlarını konu alan araştırmalarda ise çok modlu sensör verileriyle %93 doğruluk düzeyi bildirilmiştir (Islam vd., 2023; Zhang vd., 2024). Ancak bu çalışmaların çoğu yalnızca tek tür verisine dayanmakta ve tek etiketli yaklaşımla sınırlı kalmaktadır. Çok etiketli davranış analizine dair girişimler sınırlıdır. Aich ve arkadaşları (2019), köpeklerde hem aktivite hem de duygusal durumları birlikte tahmin ederek bu alana yönelik erken bir örnek sunmuştur. Metodoloji cephesinde ise farklı özellik çıkarma ve temsil yöntemleri dikkat çekmektedir. Kuaterniyon temsiline dayalı özellikler köpek davranışlarını sınıflandırmada etkili olmuş (Muminov vd., 2022), histogram tabanlı temsiller ise LSTM ve GRU modellerine kıyasla daha yüksek performans sağlamıştır (Lee vd., 2021). Dengesiz veri dağılımlarıyla başa çıkmak için odak kaybı gibi yöntemler de kullanılmıştır (Zhang vd., 2024). Yine de bu çözümler çoğunlukla tek bir domain içinde kalmış. DA yöntemleri ise neredeyse hiç uygulanmamıştır. Sonuç olarak, literatürün genel yönelimi tek tür ve tek etiketli senaryolardır. Çok etiketli zaman serisi verilerini TL ve DA (örneğin DANN) ile bir araya getiren kapsamlı bir çalışma bilindiği kadarıyla mevcut değildir. Bu eksiklik, alandaki en belirgin boşluklardan birini oluşturmakta ve aynı zamanda bu çalışmanın özgün katkısını ifade etmektedir.

Araştırma Boşluğu ve Katkılar

Araştırmaların büyük kısmı tek etiketli sınıflandırma üzerine kuruludur. Çok etiketli zaman serileri ise çoğu kez göz ardı edilmiştir. Türler arası farklılıkların ele alınması da ancak sınırlı sayıdaki çalışma ile mümkün olabilmiştir. Özellikle DANN gibi karşıt alan uyarlama yöntemleri hayvan davranış analizinde bilindiği kadarıyla mevcut değildir. Bu çalışmada söz konusu boşluk hedef alınmış ve şu katkılar ortaya konmuştur:

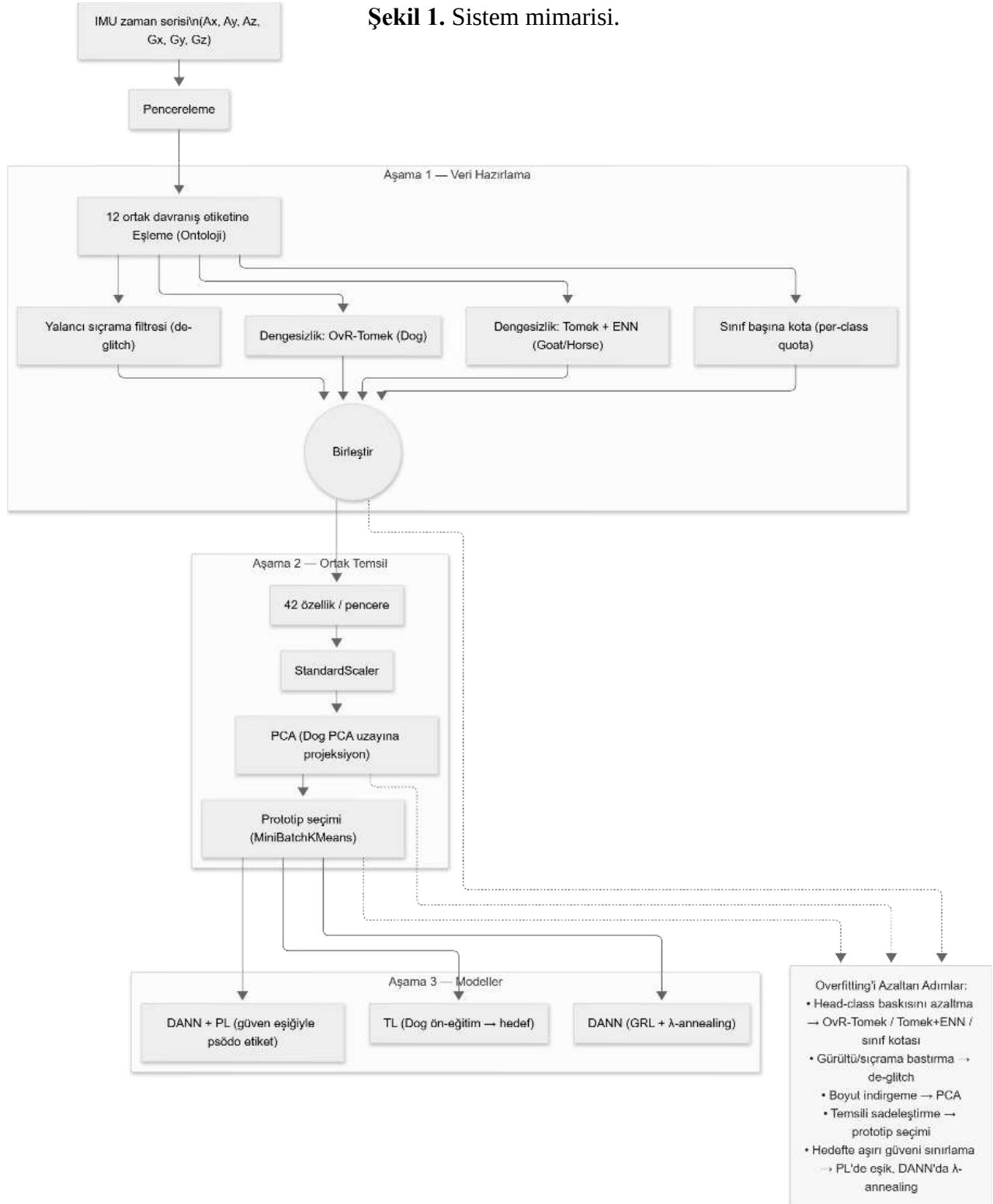
- Türler arası kıyaslamalara imkân tanıyacak şekilde 12 davranış kategorisini temel alan ortak bir ontoloji tanımlanmıştır.
- Üç aşamalı bir işlem hattı önerilmiştir. İlk adımda veri dengesizliği temizleme ve azaltma yöntemleriyle giderilmiş, ikinci adımda PCA kullanılarak ortak bir temsil alanı oluşturulmuştur.
- Son aşamada TL ve DANN yöntemleri çok etiketli zaman serisi verileri üzerinde ilk kez karşılaştırmalı biçimde uygulanmıştır.
- PST stratejisinin kırılğan olduğu görülmüş ve bu nedenle alternatif stratejilere ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Veri ve Yöntem

Bu araştırmada üç açık veri kümesinden yararlanılmıştır: DogMoveData (köpek, çoklu etiket), GoatData (keçi, çoklu sınıf) ve Horsing Around (at, çoklu sınıf). Türler arası karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla etiketler önce ontoloji tabanlı olarak eşlenmiş ve son aşamada davranışlar yemek yeme, sallanma, ayakta durma, tırıs gitme, yürüme, yatma, koşma, eğilme, sosyal davranışlar, keşif davranışları ve durum belirten davranışlar olmak üzere 12 ortak kategori altında toplanmıştır. Şekil 1’de gösterildiği üzere, yöntem üç aşamalı bir boru hattı olarak tasarlanmıştır: (i) temizleme ve dengesizlik giderme, (ii) PCA tabanlı ortak temsil, (iii) modelleme ve karşılaştırmalar (TL, DANN, DANN+PL).

Şekil 1. Sistem mimarisi.



Aşama 1’de, ön işleme yoluyla dengesizliklerin giderilmesi hedeflenmiştir. Veri kümesinde çoğunluk sınıflarının baskınlığını azaltmak için OvR–Tomek uygulanmış. De-glitch ile ek bir süzgeçle ayıklanmıştır. De-glitch, sensör doygunluğu/paket kaybı kaynaklı izole tepe değerlerinin özellikleri yapay biçimde şişirmesini ve Attention katmanında hatalı odaklanmaları tetiklemesini önlemek için seçilmiştir. Keçi ve At veri kümelerinde Tomek + ENN ile sınır gürültüsü temizlenmiş ve sınıf başına kota kuralı devreye alınmıştır. Bu adımlar veri hacmini küçültmüştür: Köpek %26.7, Keçi %3.1, At %6.1.

Aşama 2’de, ortak bir temsil uzayının kurulması amaçlanmıştır. Her pencere için 42 özellik (6 kanal $\times$ {mean, std, rms, max, min, spectral centroid, spectral entropy}) çıkarılmış; özellikler StandardScaler ile ölçeklenmiş ve tüm alanlar Köpek veri setinin PCA uzayına projekte edilerek ortak bir temsil eksenine çekilmiştir. Temsili sadeleştirmek amacıyla MiniBatchKMeans ile prototip tabanlı gösterim seçilmiştir.

Aşama 3’te, modelleme ve uyarlama işlemleri yapılmıştır. Ana mimari BiLSTM + Attention olarak benimsenmiştir. TL senaryosunda model, Köpek verisi üzerinde ön-eğitilmiş ve hedef alanlarda test/fine-tune edilmiştir. DANN ile alan uyarlaması, GRL ve λ -annealing kullanılarak yürütülmüştür. DANN + PL senaryosunda, hedef verilerden güven eşiği ile PL üretilmiş ve kısa bir ek eğitim aşamasıyla model güncellenmiştir. Ayrıca, cfg1 ve cfg2 iki farklı hiperparametre paketini ifade etmektedir; ayrıntıları Tablo 1’de verilmiş olup, DANN senaryoları varsayılan olarak cfg2 ile, TL ise çoğunlukla cfg1 ile yürütülmüştür.

Köpek veri kümesi çoklu etiketli olarak Micro-F1, Macro-F1, Hamming Loss, Jaccard, Precision/Recall ile; Keçi ve At veri kümeleri çok sınıflı olarak Accuracy, Macro-F1 (yanı sıra macro Precision/Recall) ile değerlendirilmiştir.

Çok etiketli değerlendirmede önce her etiket k için doğru-pozitif (TP_k) yanlış-pozitif (FP_k), yanlış-negatif (FN_k) ve doğru-negatif (TN_k) sayıları çıkarılır. Bu dört sayıdan hareketle kesinlik (Precision) (1) ve duyarlılık (Recall) (2) tanımlanır. Her etiket için F1 (3) bu ikisinin harmonik ortalamasıdır; etiketler üzerindeki basit aritmetik ortalama Macro-F1’i verir (4). Mikro ortalama, tüm etiketlerin TP/FP/FN değerleri tek bir havuzda toplanır; buradan mikro kesinlik (5a) ve mikro duyarlılık (5b) ve ardından Micro-F1 (6) hesaplanır. Hamming Loss, tüm kararlar içindeki yanlışların payını özetler (7). Jaccard (IoU), kesişimin birleşime oranıdır (8). Tek etiketli çok-sınıf senaryolarında doğruluk (Accuracy), tüm kararlar içinde doğru olanların oranını verir (9).

$$Precision_k = \frac{TP_k}{TP_k + FP_k} \quad (1)$$

$$Recall_k = \frac{TP_k}{TP_k + FN_k} \quad (2)$$

$$F_{1,k} = \frac{2, TP_k}{2, TP_k + FP_k + FN_k} \quad (3)$$

$$MacroF1 = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K F_{1,k} \quad (4)$$

$$P_{micro} = \frac{\sum_k TP_k}{\sum_k (TP_k + FP_k)} \quad (5a)$$

$$R_{micro} = \frac{\sum_k TP_k}{\sum_k (TP_k + FN_k)} \quad (5b)$$

$$F1_{micro} = \frac{2 \sum_k TP_k}{2 \sum_k TP_k + \sum_k FP_k + \sum_k FN_k} \quad (6)$$

$$HammingLoss_{micro} = \frac{\sum_k FP_k + \sum_k FN_k}{\sum_k TP_k + \sum_k FP_k + \sum_k FN_k + \sum_k TN_k} \quad (7)$$

$$Jaccard_{micro} = \frac{\sum_k TP_k}{\sum_k TP_k + \sum_k FP_k + \sum_k FN_k} \quad (8)$$

$$Accuracy_{micro} = \frac{\sum_k TP_k + \sum_k TN_k}{\sum_k TP_k + \sum_k FP_k + \sum_k FN_k + \sum_k TN_k} \quad (9)$$

Tablo 1. Hiperparametre Ayarları: Temel (cfg1) ve Uyarlama (cfg2)

Parametre	Açıklama	cfg1 (Temel/TL)	cfg2 (Uyarlama/DANN)
Öğrenme oranı (LR)	Güncelleme adımının büyüklüğü	0.001	0.0005
Batch size	Her adımda kullanılan örnek sayısı	128	256
Katman kilit oranı	Önceden öğrenilmiş katmanların kilitli oranı	0.7	0.3
Epoch	Eğitim turu sayısı	30	40
GRL λ başlangıç	DANN'da gradyan tersleme başlangıç katsayısı	—	0.0
GRL λ bitiş	DANN'da hedeflenen son katsayı	—	1.0
λ-Annealing süresi	λ 'nın 0→1 artışı (epoch)	—	10
Sınıf ağırlığı	Dengesizliğe karşı sınıf ağırlıklandırma	Yok / Hafif	Dengeli (1/freq)
PL eşik p	Psödo etiket kabul eşiği	0.95	0.90
PL sınıf kotası	Sınıf başına en çok örnek	—	Top-k / kota
Dropout (LSTM kat.)	Aşırı uyumu azaltma	0.2–0.3	0.3–0.5
Pencere uzunluğu	Zaman penceresi (saniye)	2.0 s	2.0 s
Örtüşme	Ardışık pencerelerin çıkışması	0.5	0.5
Optimizer	Optimizasyon yöntemi	Adam	Adam
Özellik ölçekleme	Standardizasyon biçimi	StandardScaler	StandardScaler

Bulgular

Tablo 2. Köpek domain (multi-label) değerlendirme sonuçları.

Split	Micro-F1	Macro-F1	“Hamming ↓	Jaccard ↑	Accuracy	Macro-F1 (Cls)
Train	0.8458	0.8283	0.0485	0.7186	0.8203	0.7645
Test	0.7130	0.6725	0.0893	0.5299	0.5897	0.5883

Köpek verisinin test sonuçları, çoklu etiket başına hata oranının %8,9 (Hamming) düzeyinde kaldığını, Jaccard skorunun ise 0,53 olduğunu göstermektedir. Bu değerler, modelin kaynak domain üzerinde makul doğrulukta olduğunu, ancak domain farkı olduğunda performansın düşeceğini işaret etmektedir.

Keçi – Hedef domain (Uyarlama)

Tablo 3. Keçi verisine yapılan eğitimin sonuçları

Senaryo	Accuracy	Macro-F1
TL (cfg1)	0.7171	0.4812
DANN (cfg2)	0.7140	0.4873
DANN+PL (cfg1)	0.4589	0.3443
DANN+PL (cfg2)	0.5152	0.3733

Keçi verisinde DANN, TL'ye kıyasla küçük fakat tutarlı bir Macro-F1 artışı sağlamıştır. Ancak PL, sınıf dengesini bozarak performansı düşürmüştür.

At – Hedef domain (Uyarılama)

Tablo 4. At verisine yapılan eğitimin sonuçları

Senaryo	Accuracy	Macro-F1
TL (cfg1)	0.5309	0.2832
DANN (cfg2)	0.5281	0.2855
DANN+PL (cfg1)	0.3380	0.1722
DANN+PL (cfg2)	0.3571	0.1628

At verisinde alan farkı daha belirgindir; DANN yalnızca marjinal bir iyileşme sağlamış, PL ise sınıf dengesini bozarak performansı düşürmüştür.

Tartışma

Bu çalışma, alanlar arası farklılıkların belirgin olduğu çok etiketli bir düzende DANN yaklaşımının özellikle keçi alanında, sınıf dengesizliği sürse dahi daha dengeli bir karar yüzeyi oluşturabildiğini göstermiştir. At alanında iyileşme sınırlı kalmıştır; bunun başlıca nedeni, adım sıklığı ve baş, boyun hareketleri gibi tür-özgü kinematik farkların daha keskin seyretmesi ve sonuç olarak kaynakta öğrenilen sınırların hedefte davranış ritmi ile sensörün taşınma biçimi nedeniyle kaymış olmasıdır. DANN'ın alan uyarılama yeteneği kuramsal beklentiyle tutarlı görünmüştür (Ganin & Lempitsky, 2015).

PL temelli PST, bu veri rejiminde çoğunluk sınıflarını şişirmiş ve azınlık sınıflarının hatırlanabilirliğini düşürmüştür. Bulgular, yüksek güven eşiğine rağmen hedef alanda olasılık kalibrasyonunun zayıf kalması ile ilişkili görünmüştür. Literatürde önerilen EMA, güven kalibrasyonu, entropi minimizasyonu ve sınıf-dengeli örnekleme yaklaşımlarının bu sorunu hafifletebileceği değerlendirilmiştir; bir sonraki çalışmada bu stratejilerin PST yerine veya onunla birlikte denenmesi planlanmıştır. Ayrıca maliyet-duyarlı ve/veya focal kayıpların azınlık sınıflarına destek sağlayacağı öngörülmüştür (Charte ve ark., 2015).

Kaynak alandaki temel performans, Köpek veri setinde Micro-F1=0.713, Macro-F1=0.673, Hamming=0.089 ve Jaccard=0.530 değerleriyle makul bir taban sunmuştur; buna karşın hedef alanlarda DANN'ın kazancı keçiye küçük ama tutarlı, atta ise marjinal kalmıştır. Bu tablo, çok etiketli yapı ile türler arası dağılım farkının birlikte ele alındığı kurulumlarda ölçütlerin tek

tür/tek etiketli kurgulara kıyasla daha düşük seyredebildiğine dair beklentiyle uyumlu bulunmuştur.

Literatür karşılaştırması bu yorumu desteklemiştir: giyilebilir sensörlerle tek tür/tek senaryo ve çoğunlukla tek etiketli düzeneklerde yüksek doğruluklar rapor edilmiştir (Aich ve ark., 2019; Lee ve ark., 2021; Muminov ve ark., 2022; Zhang ve ark., 2020). At davranışında çoklu modalite yaklaşımlarının da başarıyı artırdığı gösterilmiştir (Zhang, Li & Xu, 2024). Ancak söz konusu çalışmaların çoğu alan kayması içermeyen ayarlarda gerçekleştirilmiştir; bu nedenle burada gözlenen düşüşler yöntemin etkisizliğine değil, problemin zorluğuna işaret etmiştir. Ayrıca, DANN'ın IMU verisi üzerinde sistematik biçimde sınanması bildiğimiz kadarıyla ilk kez sunulmuştur; bu durum çalışmayı ayırt edici kılmıştır.

Dengesizlik ve temsil cephesinde, zaman serisi IMU verilerinde SMOTE benzeri sentetik çoğaltmaların spektral tutarlılık ve fiziksel gerçekçilik sorunları doğurabildiği bilindiğinden (Chawla ve ark., 2002; Charte ve ark., 2015), bu çalışmada Tomek–ENN ile sınır temizleme ve sınıf başına kota tercih edilmiştir. Kaynak–hedef ortak temsil için PCA ve prototip seçimi (MiniBatchKMeans) kullanımı, özellik uzayını sadeleştirerek aşırı uyumu sınırlamayı amaçlamıştır; sonuçlar özellikle keçi alanında daha dengeli bir tabloya işaret etmiştir.

Etiketlerin ayrışması açısından, refah izleme literatüründe yeme-içme, dinlenme, yürüme/koşma gibi çekirdek sınıfların genellikle yüksek ayrışma sunduğu, buna karşın sosyal ve keşif gibi bağlama duyarlı etiketlerde sınırların geçirgen kaldığı rapor edilmiştir (Moreau ve ark., 2009; Martins ve ark., 2013; Rutten ve ark., 2022; Xu ve ark., 2019; Islam ve ark., 2023; Monteiro ve ark., 2022). Bu çalışma, ontoloji tabanlı 12 ortak kategori ile sınıf-içi varyansın azaldığını, fakat alan farkının tamamen kapanmadığını göstermiştir.

SONUÇ

Bu çalışma, giyilebilir IMU verileriyle köpek–keçi–at türlerinde çok etiketli davranış sınıflandırmasını incelemiş ve türler arası alan farklarının model başarımını anlamlı ölçüde etkilediğini göstermiştir. Etiketler ontolojiye dayalı 12 ortak kategoriye eşlenmiş; üç aşamalı bir eğitim süreci (temizleme/dengesizlik giderme ve PCA tabanlı ortak temsil ve modelleme/karşılaştırmalar) izlenmiştir. TL, kaynak alanda (köpek) Micro-F1 $\approx$ 0.71; Hamming $\approx$ 0.089; Jaccard $\approx$ 0.53 ile güçlü bir taban sunmuştur. DANN, keçi verisinde Macro-F1 açısından küçük fakat tutarlı kazanım sağlamıştır; at verisinde artış marjinal kalmıştır. Mevcut biçimiyle PST, çoğunluk sınıflarını şişirmiş ve azınlık sınıflarının hatırlanabilirliğini düşürmüştür. Sınır temizleme Tomek–ENN, sınıf başına kota ve PCA + prototip ile temsil

sadeleştirmesi aşırı uyumu zayıflatmıştır. Bildiğimiz kadarıyla, türler arası çok etiketli IMU zaman serilerinde TL–DANN karşılaştırması ilk kez sistematik olarak sunulmuştur.

Özgün katkılar:

- Türler arası çok etiketli IMU verilerinde TL ile DANN yöntemleri ilk kez sistematik karşılaştırılmıştır.
- Türler arası kıyası mümkün kılan 12 etiketli ortak ontoloji geliştirilmiş ve uygulanmıştır.
- PST'nin kırılabilirliği nicel olarak gösterilmiş; sınıf dengesini gözetmeyen PL'nin toplam başarıyı düşürdüğü ortaya konmuştur.

Sınırlılıklar:

- Mimari çeşitlilik BiLSTM + Attention ile sınırlı kalmıştır;
- Hedef domainlerde ek metrikler (Precision/Recall, confusion matrix) ve farklı mimariler (örn. CNN tabanlı) ilerleyen aşamalarda eklenecektir.
- PST basit güven eşiği/kota ile uygulanmıştır; kalibrasyon, sınıf-dengeli seçim ve yumuşak hedefler kullanılmamıştır.
- Hedef alanlarda azınlık sınıfları ve bağlama duyarlı etiketler (sosyal/keşif) sınırlı ayrışma sergilemiştir.
- Sensör yerleşimi ve tür-özü kinematik farklar standartlaştırılmamıştır; bu durum özellikle at verisinde alan kaymasını artırmış olabilir.
- Bulgular ön niteliktedir ve çalışma hâlen devam etmektedir.

Genel olarak, bu bildiri literatürdeki boşluğu doldurarak çok etiketli sınıflandırma, domain adaptation ve transfer öğrenme yaklaşımlarını bir araya getirmiş; DANN'ın faydasını ve PST'nin risklerini açıkça ortaya koymuştur.

KAYNAKÇA

- Aich, A., Chakraborty, S., & Chakraborty, A. (2019). Dogs activity and emotion recognition using wearable sensors and machine learning. *Applied Sciences*, 9(4938), 1–16.
<https://doi.org/10.3390/app9234938>
- Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O., & Kegelmeyer, W. P. (2002). SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 16, 321–357.
- Charte, F., Rivera, A. J., del Jesus, M. J., & Herrera, F. (2015). Addressing imbalance in multi-label classification: Measures and random resampling algorithms. *Neurocomputing*, 163, 3–16.
- DogMoveData. (2020). Movement Sensor Dataset for Dog Behavior Classification. *Mendeley Data*, V1. <https://data.mendeley.com/datasets/vxhx934tbn/1>
- Ganin, Y., & Lempitsky, V. (2015). Unsupervised domain adaptation by backpropagation. In *Proceedings of the 32nd International Conference on Machine Learning (ICML)* (pp. 1180–1189).
- GoatData. (2018). Multi Sensor-Orientation Movement Data of Goats. *DANS Life Sciences Dataverse*.
<https://doi.org/10.17026/dans-xhn-bsfb>

- Horsing Around Dataset. (2020). Horsing Around – A Dataset Comprising Horse Movement. *4TU.ResearchData*. https://data.4tu.nl/articles/Horsing_Around_-_A_Dataset_Comprising_Horse_Movement/12687551
- Hussain, A., Ali, S., Ali, S., & Hussain, A. (2022). Activity detection for the wellbeing of dogs using wearable sensors based on deep learning. *Sensors*, 22(9471), 1–17. <https://doi.org/10.3390/s22129471>
- Islam, M. M., Lee, S., & Lee, J. (2023). Goat feeding behavior modeling and monitoring utilizing livestock wearable device and machine learning algorithm. *Computers and Electronics in Agriculture*, 206, 107656. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107656>
- Lee, J., Oh, H., Kim, J., & Kim, S. (2021). Histogram-based prediction of dog behaviors using deep learning. *Sensors*, 21(5818), 1–14. <https://doi.org/10.3390/s21175818>
- Lovarelli, D., Bacenetti, J., & Guarino, M. (2022). An open-source 3D wearable device for monitoring cow behavior. *Data*, 7(134), 1–9. <https://doi.org/10.3390/data7100134>
- Martins, C. M. M. R., et al. (2013). Dog's activity levels measured by accelerometry: Patterns and correlation with behavior observations. *Applied Animal Behaviour Science*, 149(1–4), 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.09.006>
- Monteiro, A., Silva, J., & Costa, A. (2022). A nocturnal dataset for sheep behaviour recognition using accelerometers. *Animals*, 12(1447), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ani12101447>
- Moreau, M., Siebert, S., Buerkert, A., & Schlecht, E. (2009). Use of a tri-axial accelerometer for automated recording and classification of goats' grazing behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 119(3–4), 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.03.008>
- Muminov, Z., Lee, H., Kim, J., & Kim, S. (2022). Quaternion-based feature extraction for dog behaviour classification. *Sensors*, 22(9498), 1–16. <https://doi.org/10.3390/s22129498>
- Rutten, C. J., Velthuis, A. G. J., Steeneveld, W., & Hogeveen, H. (2022). Monitoring calving in dairy cows with sensor data: A machine learning approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 196, 106882. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106882>
- Xu, Y., Xu, C., Zhang, H., & Li, S. (2019). A novel multi-label classification approach for animal activity recognition using wearable sensors. *Sensors*, 19(22), 4936. <https://doi.org/10.3390/s19224936>
- Xu, Y., Zhang, X., & Li, C. (2022). Detection of transportation stress in sheep using wearable sensors and machine learning. *Animals*, 12(2142), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ani12162142>
- Zhang, X., Li, C., & Xu, Y. (2024). Cross-modality deep learning for horse behaviour recognition using wearable sensors. *Sensors*, 24(7826), 1–19. <https://doi.org/10.3390/s24087826>
- Zhang, Z., Candra, H., Suzuki, T., & Kameyama, K. (2020). Animal behavior recognition using acceleration and gyroscope data from collar-mounted sensors on dairy cows. *Animals*, 10(5), 820. <https://doi.org/10.3390/ani10050820>

THERMOELASTIC CHARACTERISTICS OF A SYMMETRIC COMPOSITE LAMINATED E-GLASS/EPOXY

Adel DELIOU

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Takieddine Boukha

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Samir DJIMLI

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Mohamed Kemiha

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Meriem DEHBI

Physic-chemistry of Materials and Environment Laboratory, University of Djelfa, Algeria

Sofiane BOULKROUNE

Center of Research in Mechanics (CRM) P.O. Box 73B, Constantine 25000, Algeria

Abdelkader FIDJAH

University of Djelfa, Mechanics and Materials Development Laboratory

ABSTRACT

The aim of our work is to characterize the elastic behavior of a unidirectional glass fiber reinforced composite laminate with a 60% volume fraction of epoxy resin matrix E. The determination of the elastic constants of the specifically orthotropic composite laminate is estimated using the rule of mixtures, and macro-mechanical studies have allowed us to determine the evolution of elastic constants based on fiber orientation and calculate the variation of thermo elastic quantities according to fiber orientation. Under the combined effect of mechanical stresses and temperature variations, the overall thermomechanical deformations of the unidirectional laminate will be determined by introducing longitudinal and transverse thermal expansions of the composite.

Keywords: Unidirectional composite laminate, thermo elastic behavior, fiber orientation

DEMENTIA VIRTUAL MEMORY APP**Kunchakuri Preethi, Dr.Tawseef Ahmad, Ch.Sunil Kumar,M.Suresh⁴**

Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract

A web application version of the Dementia Virtual Memory App is designed to assist individuals with dementia by providing a virtual memory aid that can be accessed easily through any web browser. This platform allows users to store and view personalized memory content, including photo galleries, videos, and voice notes, helping them retain and recall important personal information.

The app includes features like daily task reminders and medication alerts to support routine management, while a digital diary function enables users to document daily experiences, further aiding memory retention. Caregivers benefit from remote access capabilities, allowing them to update information, monitor the user's progress, and set necessary reminders from a distance. The user interface prioritizes simplicity and accessibility, including large buttons, clear labels, and customization themes for font size and color. This designed to accommodate cognitive impairments and varying digital literacy, making it easy to navigate.

Overall, the Dementia Virtual Memory web app combines memory preservation, cognitive stimulation, daily task management, safety, and caregiver support into an integrated and secure digital solution designed to improve life quality for dementia patients and their families.

Keywords: Convolutional Neural Network (CNN), Recurrent Neural Network (RNN), DNN

**INTELLIGENT LEGAL ASSISTANT FOR INDIAN LAWS****Anumandla Nivedith Reddy^{1*}, Dr.Tawseef Ahmad², M.suresh³,Ch.sunil kumar⁴**

Department of CSE(Artificial Intelligence and Machine Learning), Bharat Institute of Engineering and Technology,Mangalpally(v),Ibrahimpatanam,Hyderabad,501510

Abstract

This project aims to develop an AI-powered legal query assistant capable of providing relevant legal information based on Indian laws, acts, and case precedents. The system leverages Retrieval-Augmented Generation to combine semantic search from a legal knowledge base. The system stores a structured repository of Indian legal documents, including the Constitution, central and state acts, and selected judgments

The assistant can process user queries in natural language, retrieve relevant sections from bare acts, summarize complex legal provisions, and provide references to case. The system is designed to cite the exact sections and acts it uses, ensuring transparency and reliability.

Implementation Flow:

User Query → Preprocessing Query → Semantic Search in Vector Database (Legal Acts, Case Summaries) → Retrieval of Relevant Sections → Display Answer with Citations

Keywords: *Convolutional Neural Network (CNN), Recurrent Neural Network (RNN), DNN*

COMBINED ADSORPTION AND PHOTOCATALYSIS VIA CLAY-HYDROCHAR COMPOSITE

Jalila HANYNY*, Zaina IZGHRI, Layla EL GAINI, Abdelaziz BAÇAOUI and Abdelrani YAACOUBI

Laboratory of Applied Chemistry and biomass, Department of Chemistry, Faculty of Science
Semlalia, University Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco.

ORCID ID: 0009-0003-0706-535X

Abstract

This study investigates the adsorption capacity of clay-hydrochar composites combined with its efficiency in harnessing solar energy for the photocatalytic degradation of Methylene Blue, a widely used dye in various industries. The composites were prepared by hydrothermal carbonization, after an optimization of preparation conditions, combining the unique properties of clay and hydrochar. Carbonization conditions were optimized using response surface methodology. The composite was characterized by XRD, SEM, EDS. The experimental results show a significant photocatalytic activity, because the addition of naturel clay improves the specific characteristics of hydrochar, which increase reactive sites. This can be attributed to the presence of iron and other minerals showcasing the potential of these composites as efficient and eco-friendly catalysts for wastewater treatment applications.

Keywords: *Solar photocatalysis; Clay; Hydrochar; Degradation; wastewater treatment.*

DIAGNOSIS OF ROTATING MACHINES BY VIBRATORY ANALYSIS**Adel DELIOU**

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Takieddine Bouklia

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Samir DJIMLI

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Mohamed Kemiha

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Meriem DEHBI

Physic-chemistry of Materials and Environment Laboratory, University of Djelfa, Algeria

Sofiane BOULKROUNE

Center of Research in Mechanics (CRM) P.O. Box 73B, Constantine 25000, Algeria

Abdelkader FIDJAH

University of Djelfa, Mechanics and Materials Development Laboratory

ABSTRACT

Vibration monitoring can be an effective method of achieving results, and sometimes at lower costs. This last point, which represents the economic aspect of surveillance, is not negligible for an industrialist. The use of the vibrations involves a phase of analysis of the vibratory signal collected on the machine to be monitored.

In our experimental study at the level of the URMA laboratory, we made several tests, namely, without and with defects in the bearings and with a bearing geometric defect at different rotational speeds.

The results obtained will allow us to develop a database of the different defects. This will accompany to recognize the exact type of defect and consequently the cause of this damage.

Keywords: Vibration signal, Bearing fault diagnosis, bearing faults

AN ANALYTICAL STUDY OF THE FACTORS LIMITING THE PREVALENCE OF DOWNSTREAM MEDIA IN SOCIAL MEDIA NETWORKS

Eng. Yahya Mohammed Mana Al-Rubaie
University of Kufa / Faculty of Arts

Extracted

This analytical study aims to identify the factors affecting the spread of the phenomenon of descending media on social networks, in addition to identifying the tools that contribute to confronting this phenomenon, the role of the concerned authorities in combating the descending media, and the importance of education and media awareness in reducing its spread.

The researcher adopted the qualitative method using the in-depth interview tool with (8) experts and specialists in the field, in order to investigate and analyze their opinions in the light of the subject of the study. The results showed that one of the most important factors inhibiting the phenomenon of degenerate media is educating users about the dangers of this type of media and its negative impact on society, in addition to educating them on the mechanisms of identifying fake and misleading news. It is also important to encourage users to develop their skills in evaluating content and validating information before circulating it. The study recommends the need to intensify awareness campaigns across social media and various media, while calling on digital platforms to adopt strict policies to verify the credibility of content and limit the spread of false and misleading news.

Keywords: Influencers, Downstream Media, Downstream Content, Social Networks.

Introduction

In light of the rapid technological development witnessed by the digital age, social networks have become one of the most prominent influential tools in shaping collective awareness and directing public opinion. With the increasing reliance on these platforms as a major source of information, the phenomenon of degenerate media has emerged as one of the challenges that threaten the credibility of digital content and negatively affect the stability of societies. Downstream media is the type of media content that is characterized by misinformation and the dissemination of false or misleading information, either out of sensationalism or for the purpose of influencing the target groups, whether for political, social or commercial purposes.

The social media environment is an ideal incubator for the spread of this type of media, due to its rapid spread, weak control mechanisms, and easy access to audiences. In the Iraqi context, this phenomenon is becoming more pronounced, with social media platforms suffering from a massive influx of unreliable content, fueling social and political tensions, undermining

opportunities for peaceful dialogue, and deepening the trust gap between individuals and institutions.

The increasing negative impact of the negative media requires researchers and specialists to study the factors that contribute to curbing its spread, whether these factors are legal, technical, social or educational. Hence the importance of this study, which aims to analyze the most prominent determinants and mechanisms that can contribute to reducing the spread of downstream media through social networks, with a focus on the digital environment in Iraq as a model for the study. This paper aspires to provide a scientific vision that contributes to enhancing community awareness and directing media policies towards building a safe and responsible communication space.

First: The Research Problem

Social networks have become one of the most prominent means used to disseminate and circulate information on a large scale and in record time, but this ease of dissemination has opened the way for the spread of various forms of content, including the inaccurate and credible media that is characterized by inaccuracy and credibility, and often relies on sensationalism, distortion or deliberate misinformation.

The widespread spread of this type of media leads to increasingly negative effects on societal and cultural values, individual behaviors, as well as shaping public opinion based on false or misleading information.

The danger of the descending media lies in the fact that it is often published without verification or scrutiny, and is received by the public as a given fact, which creates a fertile environment for the spread of rumors and false information that contribute to the deterioration of social and political conditions. It is also sometimes seen as a means of expressing personal opinions, ignoring its negative consequences on the level of collective consciousness and societal stability.

The main problem is how to confront this phenomenon and limit its spread, without compromising freedom of expression, taking into account the challenges related to censorship, media education, the legislative structure, and the role of individuals and institutions in verifying content. In light of the increasing reliance of individuals on social media as a major source of information, it becomes necessary to analyze the factors that can contribute to reducing the spread of downstream media, and to develop a systematic framework to understand the nature and impact of these factors, in order to enhance the chances of building a healthy and responsible media environment.

Second: Research Questions

Main question:

What factors contribute to reducing the spread of downstream media through social networks?

Sub-questions:

- 1/ What are the effective tools and mechanisms in reducing the spread of downstream media in social networks?
- 2/ How effective is the role of the concerned authorities (governmental, community and media) in addressing the phenomenon of descending media through social networks?
- 3/ How does media education and education contribute to reducing the impact and spread of downstream media within the social media environment?

Third: The Importance of Research

The importance of this study stems from the seriousness of the phenomenon of degenerate media at various levels, especially in light of the widespread spread of social networks, which have become the main source of information for the majority of individuals. The importance of this study is manifested through the following aspects:

1. Scientific Importance:

This research represents an important scientific contribution in the field of digital media and social studies, as it deals with one of the contemporary media phenomena that represents a threat to the structure of mass consciousness. The descending media, with its distortion of facts, misleading public opinion, and spreading false information, is one of the phenomena that requires an in-depth study to know the factors inhibiting its spread. This research contributes to enriching the scientific literature related to digital media, user behaviors, and interaction with content in cyberspace.

2. Practical Importance:

This research is of great practical importance, as it deals with an issue that has a direct impact on social and intellectual stability. By analyzing the factors that limit the spread of downstream media, it is possible to come up with actionable recommendations that contribute to enhancing digital awareness among individuals, developing media policies, and activating ethical and legislative control over the content circulating. The results of the study also contribute to supporting the efforts of state institutions and civil society to reduce the negative effects of this phenomenon on individuals and society.

3. Social Importance:

The social significance of the research is evident in its quest to understand the role that societal factors can play in reducing the negative impact of downstream media. Enhancing public awareness, building a culture of digital responsibility, and restoring trust in information sources can contribute to strengthening the social fabric, reducing divisions and inflammatory rhetoric, and improving the quality of public discourse. The research also supports efforts to build a more conscious digital society, based on respect for values, and responsible sharing of information.

Fourth: Research Objectives

Main Objective:

Analyze the factors that contribute to reducing the spread of downstream media in social networks.

Sub-Objectives:

1. Identify the most prominent tools and mechanisms that contribute to reducing the spread of downstream media through social networks.
2. Analyzing the role of the concerned authorities (such as government institutions, media, and civil society) in confronting the phenomenon of descending media on these platforms.
3. Explore the impact of education and media awareness in enhancing users' awareness and limiting the spread of downloadable content in the digital communication environment.

Fifth: Previous Studies

1/ Osman Mohamed Mala's study (2020):

"Social Media and its Role in Spreading Rumors among Youth – An Applied Study on Facebook (2019–2020)", Master's Thesis, Africa International University.

This study aimed to identify the extent of the spread of rumors among the youth on social media, specifically through the "Facebook" platform. The researcher used the descriptive-analytical method, relying on the questionnaire and observation as two tools for data collection. The results found that Facebook is the most used platform for spreading rumors among young people, especially university students, due to its ease of use and lack of censorship. The study recommended the need to impose effective censorship of content, and the development of official platforms to combat rumors and limit their spread.

2/ The study of Abdel Khaleq Ibrahim (2020):

"The News Frameworks of Rumors on Websites and Their Impact on Egyptian National Security – A Comparative Analytical Study", published in the Journal of Media Research.

This study examined the impact of news coverage of rumors on websites on Egypt's national security, by analyzing the news frameworks used during multiple periods between 2016 and 2020. The researcher relied on a substantive analysis of a large number of published articles. The study found that news coverage tends to be superficial and lacks the necessary interpretive treatment, which leads to a distortion of the public's perception of reality.

3/ The study of Hassan Al-Fateh Al-Hussein Muhammad Al-Mubarak (2020):

"Social Media and its Impact on the Social Values of University Students – Facebook as a Model", published in the Arab Journal of Educational and Psychological Sciences.

The aim of this study was to explore the impact of the use of social media, especially Facebook, on social values among university students. The researcher used the descriptive-analytical method, and applied the study to a random sample of third-year students at the Faculty of Educational Sciences. The results showed that the use of social media has a direct impact on the social value system, whether positively or negatively, and the study recommended directing students towards the positive use of these platforms, and providing awareness programs about their impact on social behavior.

4/ Study of Bilal and Kal (2018):

"Rumors in Social Media and the Extent of Their Impact on Algerian Society – A Field Study on the Society of Messila", Master's Thesis, Mohamed Boudiaf University, Messila.

This study addressed the phenomenon of rumors on social media in the Algerian context, and focused on the Messila region as a model for the field study. The researcher used the descriptive method, and relied on the questionnaire as a data collection tool. The results indicated that rumors are spreading at a moderate level, and that Facebook is the most active platform in this field. The study attributed the reasons for the spread of rumors to the ease of content production and the lack of censorship, and recommended intensifying awareness efforts and improving the culture of verifying information.

5. Study of Bakhosh Walid (2017):

"The Impact of Facebook on the Social Values of University Students", published at the University of Larbi Ben Mehidi – um Al-Bouaghi.

This study aimed to analyze the impact of using the Facebook platform on social values among university students. The sample included 50 students, and data were collected using a 23-item questionnaire. The results showed that Facebook influences several aspects of social values, including: values of engagement, social awareness, and moral sense. The study

recommended the importance of educational guidance towards responsible use of Facebook and the promotion of moral values among students.

Commenting on previous studies:

When comparing previous studies with the current study, it is found that all of them focused to varying degrees on the impact of social media sites in spreading rumors or changing social values, which partially intersects with the topic of the current study. However, the present study is unique in its direct focus on the phenomenon of "degenerate media" as an independent type of misleading and low-value media content, and in analyzing the factors that limit its spread.

The current study also differs in terms of the methodology used, as the researcher in this study relied on the qualitative approach through in-depth interviews with experts and specialists in the media and social field, in an effort to gain a deeper understanding of the contexts, causes, and challenges associated with the phenomenon of descending media.

While most of the previous studies relied on the quantitative survey method, targeting samples of students or the general public, their main focus was on measuring social or security impacts rather than proposing solutions or inhibitory factors.

This study seeks to bridge a knowledge gap by providing a systematic analytical vision that enables the construction of mechanisms and strategies to reduce the spread of descending media, in light of the acceleration of societal interaction with digital content, and its increasing impact on trends and public opinion.

Sixth: Research Methodology

In this study, the researcher relied on the qualitative approach as the most appropriate methodological framework for analyzing the factors that limit the spread of downstream media in social networks. This approach is one of the most prominent approaches used in the social sciences and humanities, as it provides tools and means that enable the researcher to understand complex phenomena within their social and cultural contexts.

The qualitative approach focuses on exploring the meanings and connotations that individuals and societies give to their experiences and interactions, and aims to reach a deep and comprehensive understanding of the phenomena studied, away from quantitative generalizations. In the context of this study, in-depth interviews were conducted with a group of experts and specialists in the fields of digital media, sociology, and technology, with the aim of collecting detailed data on their understanding of the causes of the phenomenon and the mechanisms to reduce its spread.

The qualitative approach is characterized by its ability to analyze minute details and individual and cultural disparities, making it suitable for understanding the complex interactions associated with degenerate media, whether at the level of content production, circulation, or reception. It also contributes to providing an analytical view based on expertise and specialized knowledge rather than just general opinion or quantitative measurements.

Through this approach, the researcher sought to build a comprehensive perception of the factors inhibiting the spread of descending media in the digital environment, within a framework characterized by flexibility, depth, and the ability to interpret media behavior from a critical and analytical perspective. (Al-Samarrai and Al-Qandilji, 2001, p. 125)

Seventh: Research Sample

The research sample is a selected part of the study community, which is selected with the aim of representing reality in a systematic way that allows the analysis of the phenomenon under study without the need to study the entire society, which contributes to the rationalization of time, effort and resources.

Samples are widely used in scientific studies, provided that they are adequately representative of indigenous peoples, ensuring the accuracy of the results and the validity and generalizability of the conclusions . (Al-Aufi, 2002, p. 43)

In the framework of this analytical study, which seeks to understand the factors behind reducing the spread of downstream media in social networks, the researcher relied on an intentional sample that was selected from experts and specialists in the fields of digital media, communication, and digital society, who have direct knowledge and professional experience related to the phenomenon studied.

The sample members reached (8) experts and specialists who were interviewed in depth, with the aim of extracting in-depth analytical insights on the causes of the phenomenon and ways to reduce it, in order to enhance the reliability of the results and contribute to providing realistic treatments based on field and specialized experience.

Eighth: Research Data Collection Tool

In this study, the researcher relied on in-depth interviews as a basic tool for data collection, which is one of the qualitative methodology tools used to reach a deep and in-depth understanding of opinions, experiences, and attitudes related to social and cultural phenomena, especially those that require a comprehensive qualitative analysis.

In-depth interviews are an effective research tool for surveying the opinions of experts and specialists on the factors affecting the spread of social media influencers. These interviews

allow the researcher to establish an open dialogue with the participants, enabling them to freely and in detail their views and experiences related to the topic under study. These interviews are usually conducted in person, with a focus on open-ended questions aimed at reaching an in-depth and comprehensive understanding of the factors that contribute to the reduction of the phenomenon of downstream media on these networks.

Through this tool, the researcher was keen to derive in-depth analytical insights about the roles played by the concerned authorities, the importance of media awareness and education, and the tools to counter the descending media, in a way that serves the research objectives and contributes to the crystallization of a scientific treatment of the studied phenomenon. (Abdulaziz, 2012, p. 502)

Theoretical Framework of Research

First: Agenda-Setting Theory

Prioritization theory is one of the most prominent theories in the field of media and communication, and it first appeared in the early 1970s by scientists "Maxwell Macombs" and "Donald Shaw", where they emphasized that the media does not tell people what to think, but rather influences the determination of what they should think, by highlighting certain topics and marginalizing others, which contributes to shaping the public's priorities towards the issues raised.

This theory assumes that the media plays a pivotal role in arranging issues and topics according to their importance, so that they give more space to an issue, so that it becomes at the forefront of public opinion, while other issues are marginalized, leading to weak interest in it or its neglect. In this way, the media reshapes the public's agenda, which is known as the "mental order of priorities." (Stephen, 2009, P33).

In the context of the current research, prioritization theory contributes to understanding how the media contribute to either promoting or reducing the phenomenon of destructive media, by highlighting meaningful content and ignoring or reducing the space for superficial and destructive media. If the media agenda is directed towards positive topics, public awareness can be reshaped, leading to a decline in the impact of the downstream media. (Abdul Hamid, 1997, p. 81).

The theory also helps to analyze the role of actors in the media, whether traditional or digital, in arranging media content and directing the audience towards constructive societal issues. This requires the existence of a responsible editorial will and regulatory legislative frameworks that contribute to controlling the quality of messages circulating in the digital space, especially in

light of the escalating role of social networks as open platforms for alternative media. (Rashti, 1978, p. 233).

The core elements of prioritization theory include:

1. Setting the Agenda: The media identifies the issues that are being focused on, thus determining what the audience considers important.
- 2/ Importance sequence: Topics are arranged according to frequency, time space or volume allocated by the media, indicating how important they are.
- 3/ The effect of repetition: The more a particular issue is presented, the more the audience will pay attention to it, and consider it more important compared to others.
- 4/ Context Effect: The way the issue is presented (the language of the presentation, the accompanying images, the style of the title...) affects the construction of a mental image of it.
- 5/ Audience reaction: The public's awareness is formed and its interests are reformulated according to what is presented to it, which is reflected in attitudes and behaviors. Stanley J. and Dennis K, 2020, p282).

Based on this theory, it can be used to analyze the ability of content creators, media institutions, and regulatory authorities to redirect the media agenda in social networks, in a way that contributes to reducing the phenomenon of descending media, by highlighting positive values, useful knowledge, and constructive education.

Second: Social Media

The concept of social media

Social media sites are one of the most prominent manifestations of digital transformation in the modern era, and they are electronic platforms that allow users to communicate and interact with others through the internet, by creating profiles and sharing various forms of content such as text, images, videos, and links. These platforms include a number of the most widely used applications globally such as: Facebook, Instagram, Twitter (X), YouTube, TikTok, Snapchat, and LinkedIn. (Qasmi, 2019, p. 13).

Social media plays a pivotal role in building social relationships and expanding the network of personal and professional communications, and it has become an effective tool for spreading knowledge and exchanging experiences and experiences. Its use has evolved to include the fields of digital media, marketing and advertising, in addition to its growing role in shaping public opinion and guiding societal behavior.

With this widespread impact, negative aspects of the use of these sites have emerged, most notably: the spread of fake news and unreliable content, the prevalence of cyberbullying, and

the violation of privacy, as well as the spread of what is known as "downstream media", which relies on sensationalism, exaggeration, and unintended content to attract interaction at the expense of ethical values and content.

These challenges have raised serious questions about the nature of the content broadcast through these platforms, and the extent of its impact on societal values and public culture, which calls for the need to enhance media awareness, and intensify monitoring and educational efforts to reduce the potential negative effects of this open digital space. (Al-Suwaidi, 2013, p. 20).

The Importance of Social Media

Social media sites represent one of the main pillars of the modern communication infrastructure, as they provide unprecedented possibilities in communication, information exchange, and interaction between individuals and communities. Its importance in the digital age is due to several pivotal aspects, most notably:

1/ Promote social communication:

These platforms facilitate immediate and direct communication between individuals, whether on a personal or community level, and are an effective way to share opinions, ideas, and experiences, which contributes to strengthening social and human relationships.

2. Building and expanding social and professional networks:

Social media offers ample opportunities to expand the circle of knowledge and build new relationships based on common interests or career goals, opening up prospects for collaboration and interaction in various fields.

3. Supporting marketing and promotional activities:

These platforms have become highly influential marketing tools, as companies and commercial institutions use them to promote their products and services, taking advantage of the characteristics of direct interaction with the audience and wide access to various target groups.

4. Transmission of news and information:

Social media sites contribute to the dissemination of news and developments in real time, making them a major source of information for a wide range of users, despite the challenges associated with the reliability of content.

5. Its impact on the formation of public opinion:

These platforms play an increasing role in guiding and influencing public opinion, by deliberating on public issues and highlighting specific topics, which can be reflected in decision-making and policy directions.

6. Cultural and Knowledge Interaction:

Social media provides a space for communication between different cultures, and the exchange of knowledge and experiences, which enhances opportunities for learning and openness to others, and contributes to building bridges of understanding and coexistence. (Shaqra, 2014, p. 58)

In light of this importance, it is difficult to ignore the profound impact of social media on various aspects of contemporary life.

However, this growing role is also accompanied by moral and societal responsibilities, especially in light of the spread of degrading media and untargeted content, which may weaken the value of media discourse and negatively affect public awareness.

Pros and cons of using social networks

Social networks have become one of the most prominent tools of the digital age, due to their dual role ranging from a positive contribution to the development of societies on the one hand, to a negative impact on values and behaviors on the other. The study of the spread of downstream media within these networks requires an objective analysis of the environment in which this phenomenon spreads, which necessitates identifying the positive and negative aspects of the use of these means.

First: The Pros

1. Enhancing Human Communication:

Social networks enable individuals to connect in real time with their family and friends and with wider social circles, transcending geographical and temporal barriers, fostering family and community cohesion.

2. Building social and professional networks:

These tools provide unique opportunities to expand social and professional relationships, contributing to the exchange of knowledge and experiences, and interacting with diverse groups from different backgrounds.

3/ Knowledge and Information Circulation:

Social media is a dynamic platform for disseminating news and facts, and they contribute effectively to community awareness and knowledge transfer, whether at the scientific, cultural or humanitarian levels.

4/ Supporting commercial projects and digital marketing:

These platforms provide a vital marketing environment for businesses and individuals, allowing for brand building and direct communication with the target audience, thereby boosting the digital economy.

(Al-Karkhi, 2017, p. 48)

5. Political Interaction and Community Participation:

Social media platforms are used as a means of expressing opinions and engaging in political debates, and contribute to shaping public opinion and influencing policies and attitudes towards public issues.

Second: Cons

Despite these positives, social networks are not isolated from many challenges and risks, which represent a fertile environment for the spread of what is known as "descending media", the most important of which are:

1. Spreading misinformation and rumors:

These platforms are a fertile environment for the spread of fake news and unreliable information, which weakens societal trust in information sources, and leads to knowledge chaos that affects societal stability.

2. Negative psychological effects:

Excessive use of digital communication may lead to psychological disorders such as anxiety, isolation, and depression, especially in light of the superficial interactions and cyberbullying that some users suffer from (Pasha, 2020, p. 76).

3. Violation of individual privacy:

Many users suffer from the risk of personal data leakage and the illegal exploitation of private information, which poses a real threat to the digital security of individuals.

4/ The disintegration of real-world relationships:

Excessive reliance on virtual interaction may weaken real-world social relationships and loss of personal communication skills, which threatens family and community building.

5/ Low productivity and wasted time:

Social media is one of the most prominent causes of distraction in school or professional environments, as it contributes to reducing efficiency and concentration as a result of continuous preoccupation with digital content.

Conclusion

It is important for individuals and communities to realize that balanced and conscious use of social media sites is the cornerstone of reducing the manifestations of degenerate media, by promoting meaningful content, combating disinformation, and adopting rational digital behaviors. Hence, the importance of researching the factors that limit the spread of this type of

media, in a way that contributes to improving public taste and preserving societal values in cyberspace.

Third: Downward Media Content

Downstream media content is one of the most prominent challenges facing the contemporary digital communication environment, as it refers to a type of media material that lacks knowledge or educational value, and relies on superficial excitement and sub-content, with the aim of attracting attention and achieving mass interaction at the expense of credibility and quality of information.

This type of content is defined as anything that is published or broadcast without any real benefit to the recipient, whether it is by repetitive and superficial recycling of previous information, or by providing low-quality material that lacks depth and objectivity. These materials often take various forms, such as "clickbait", fake news, or devoid of meaning. (Al-Ghamri, 2016).

As for the downward media, as a general trend within the media, it represents media practices that focus on sensationalism, scandals, and personalization, and move away from balance and accuracy, which negatively affects the awareness of the recipient and weakens his ability to analyze and criticize. Rather than providing in-depth coverage and thorough addressing the issues, the downstream media relies on false sensationalism and exaggeration, which can perpetuate a culture of fast and superficial content consumption. (Al-Taie, 2023).

Studies show that the continued flow of this type of media leads to a number of negative repercussions, most notably:

1. Distorting the image of reality, by amplifying negative events or distorting contexts.
2. Weak public trust in the media, as a result of repetition and misinformation.
- 3/ Weakening the recipient's critical thinking, in favor of emotional and emotional responses.
4. Spreading ignorance and marginalizing the core issues that concern society at the developmental and human rights levels. (Abbas, 2023).

The impact of the descending media does not stop at the limits of individual influence, but extends to destabilizing societal peace by spreading division and tension, and spreading hate speech or systematic distortion, which makes it an urgent necessity in light of the digital expansion and the rapid spread of information.

To limit the spread of this type of content, an integrative approach is required involving a number of actors:

Media organizations by adhering to professional standards and delivering high-quality content.

Digital platforms by developing more content-aware algorithms and enhancing news verification mechanisms.

civil society and the public through critical awareness, the selection of reliable sources, and the reporting of misleading content.

Legislative and regulatory bodies through the enactment of laws that protect against disinformation and combat publication violations. (Farah, 2024).

In general, confronting the phenomenon of descending media in social networks requires collective awareness and institutional and organizational will to ensure a healthy media environment that enhances the quality of public debate and supports the shift towards responsible and informed media.

Objectives of Downstream Media Content

In the context of its production and promotion through social networks and other media, the descending media seeks to achieve a set of goals that focus on maximizing the spread and material returns, often at the expense of moral and social values, and without taking into account the negative effects on individuals and society. The most prominent of these objectives are:

1/ Maximizing viewership and engagement

This type of media relies on attracting attention and increasing the number of clicks and views, whether through digital platforms or traditional media, by employing exciting and striking headlines, often lacking depth and credibility, with the aim of ensuring maximum reach.

2/ Generating business profits

Downstream media focuses on maximizing advertising revenues by raising engagement rates, without caring about the quality of the content or the psychological and social damage that may result from its circulation, which makes it more of a marketing tool than a knowledge or educational tool.

3/ Distracting attention and influencing public opinion

Downstream media may be used as a tool to divert the public's attention from core issues, or to direct public opinion towards certain positions or perceptions, regardless of actual facts and contexts, which reflects a propaganda or misleading dimension in its content.

4/ Triggering negative emotions

This type of media aims to appeal to feelings of anger, fear, or anxiety, as strong triggers for increased interaction, as content that evokes negative emotions is often more prevalent than objective or neutral content.

5/ Boosting fame and viral spread

Downstream media seeks to establish the presence of the platform or media institution that produces it through strategies based on superficial excitement and speed of spread, allowing it to reach a wide audience within a short period of time.

(Al-Ghamri, 2016)

Objectives and Effects of Downstream Media

Downstream media, in its various forms, seeks to achieve a set of goals that often leave negative effects on the individual and society. The most prominent of these goals is to increase clicks and views by exploiting exciting headlines and attractive content regardless of its scientific or ethical value, leading to widespread spread on digital platforms and traditional media. It also aims to achieve profitability by increasing engagement rates and increasing advertising revenue, while ignoring professional standards and ethical considerations.

In addition, downstream media may be used as a means of distracting attention or diverting public opinion away from the core issues, by adopting methods of sensationalism, intimidation, and obscuring facts. It also relies on evoking negative emotions such as anger, fear, or anxiety, which enhances the content to spread quickly and ensures wide audience interaction. Another prominent goal is to achieve the fame and viral spread of the media organization or the person who is based on the content, by producing superficial and fast-circulating material on social networks. (Hassouni, 23/1/2024).

In terms of effects, this type of media leads to the weakening of public awareness and distorting perceptions, as well as contributing to the spread of disinformation and the growth of intellectual and social conflicts. It also leads to a weakening of trust in the sober media and a decline in its enlightening role, as well as the entrenchment of a culture of rapid consumption of information at the expense of deep analysis. In the long run, degenerate media contributes to a disruption in the societal value system and limits the public's ability to distinguish between right and wrong information (Al-Ghamri, 2016)

Practical framework for research

First: Extracting the code from the text of the interview of Dr. Dergham Saadi – a lecturer at the Faculty of Arts, Department of Mass Communication, University of Kufa.

Code of Concepts	Extracting Concepts	Transcript of the interview	Question Number
A1	Data Monitoring and Analysis	One of the tools that contribute to reducing the phenomenon of downstream media on social media sites is data monitoring and analysis, as data analysis tools such as Google Analytics and Social Mention can be used to monitor and understand how the spread of downstream media and its impact on your audience.	Q1
A2	Providing educational resources	There are ways in which users can raise awareness about the dangers of downstream media on social media, including the creation of educational resources such as videos, workshops, and awareness articles that explain the concept of downstream media and how to identify and deal with it effectively.	Q2
A3	Usage Policies	From the policies and rules that platforms apply to identify and delete downloadable content, most digital platforms and services have specific usage policies that users must agree to before using the service. These policies typically include rules and conditions that govern users' behavior on the platform, including objectionable behaviors such as abuse, hate, or inappropriate posting. When users violate these policies, the platform can take disciplinary action, such as banning accounts or deleting harmful content.	Q3
A4	Developing legislation and laws	The role of governments and regulatory authorities in combating descending media on social media through the adoption of legislation and laws aimed at combating degrading media on social media sites, such as imposing penalties for the dissemination of false or misleading information.	Q4
A5	Research and analysis	The role of academic and research institutions in providing studies and researches on the phenomenon of descending media through the implementation of scientific research and studies on the phenomenon of descending media, where its various aspects are analyzed objectively and scientifically. This includes understanding its dynamics, identifying the negative effects on society and the individual, and identifying the factors that contribute to its spread.	Q5
A6	Analysis and press reports	The role of traditional media and journalism in directing the light on the downstream media and educating the public about its dangers through journalists and analysts in the traditional media analyzing the content of the downstream media and providing reports that clarify the dangers and negative effects of this type of media on society and the individual.	Q6
A7	Teaching critical thinking skills	Education can contribute to enabling individuals to develop skills to critically analyze information and distinguish between true and misleading content on social media sites by teaching students how to think critically and analyze the evidence and arguments	Q7

		presented in the content. These skills can include the ability to identify backgrounds and sources and ensure their credibility.	
A8	Workshops & Seminars	One of the media awareness tools that can be used to educate students and society in general about the dangers of degenerate media is to organize awareness workshops and seminars that include presentations and discussions on the concept of degenerate media and methods of identifying and addressing it.	Q8

Second: Extracting the code from the text of the interview of Dr. Yahya Al-Rubaie – I teach at the Faculty of Arts, Department of Mass Communication, University of Kufa.

Code of Concepts	Extracting Concepts	Transcript of the interview	Question Number
B1	Social Media Management Platforms	Social media management platforms such as Hootsuite and Buffer provide tools for scheduling content and monitoring comments, which helps in effectively following up and responding to downstream content.	Q1
B2	Training and Education	There are ways in which users can raise awareness about the dangers of downstream media on social media, including holding educational sessions and workshops in schools, universities, institutions, and local communities to introduce people to the types of downstream media and its impact on society.	Q2
B3	National and International Laws	One of the policies and rules applied by platforms to identify and delete derogatory content is laws that regulate digital behavior and degrading media, and specify penalties for those who violate them. For example, laws can prohibit online abuse or defamation, and impose fines or legal penalties on violators.	Q3
B4	Compliance Monitoring	The role of governments and regulatory authorities in combating social media by monitoring the compliance of technology companies and social media sites with applicable laws and legislation, and imposing penalties on violators.	Q4
B5	Policy Development and Guidance	The role of academic and research institutions in providing studies and researches on the phenomenon of descending media through the development of policies and guidelines aimed at combating descending media. These policies may include guidance for media organizations, the development of new laws and legislation, and guidance for consumers to increase their awareness of the dangers of downstream media.	Q5
B6	Press Research	The role of traditional media and journalism is to shed light on the downstream media and educate the public about its dangers by conducting research and verifying information and news before publishing it, and thus journalists can shed light on the fake and misleading news that is spread in the downstream media.	Q6
B7	Information Verification Training	Education can enable individuals to develop critical information analysis skills and distinguish between true and misleading content on social media by teaching students how to verify the authenticity of information by verifying its sources and verifying the facts and figures presented.	Q7
B8	Production of Awareness Materials	One of the media awareness tools that can be used to educate students and society in general about the dangers of degrading media is the creation of awareness materials	Q8

		such as posters, brochures, explanatory videos, and short educational videos that explain the dangers of degenerate media and ways to identify it.	

Third: Extracting the code from the text of the interview of Dr. Hussein Abdel Amir Hassouni - a student at the Faculty of Mass Communication, Dhi Qar University.

Code of Concepts	Extracting Concepts	Transcript of the interview	Question Number
C1	Search engines to monitor fake news and rumors	One of the tools that contribute to reducing the phenomenon of downstream media on social media sites is the use of search engines to monitor fake news and rumors, such as Google Alert andTalkwalker Alerts, to receive instant notifications about keywords that are relevant to your business.	Q1
C2	Dialogue and discussion	There are ways in which users can raise awareness about the dangers of downstream media on social media, including encouraging public discussions and constructive dialogues on downstream media topics on social media platforms and at social and cultural events.	Q2
C3	User Education	Policies and rules applied by platforms to identify and remove derogatory content Providing guidance and education to users about proper and unacceptable behaviors online can contribute to reducing hate speech. By educating users about the risks and consequences of harmful behaviors, they can be encouraged to act more responsibly.	Q3
C4	Awareness and Education	The role of governments and regulatory authorities in combating depressive media on social media by developing awareness and education campaigns on the importance of verifying the credibility of information and limiting the spread of degrading media on social media sites.	Q4
C5	Partnerships with the public and private sectors	The role of academic and research institutions in providing studies and research on the phenomenon of descending media is by promoting academic and research institutions to collaborate with governments, companies, and non-profit organizations to develop effective solutions to combat degenerate media. These partnerships can include the exchange of information and experience, the development of new techniques to identify downstream media, and the implementation of joint awareness campaigns.	Q5
C6	Launch Dialogues and Discussions	The role of traditional media and the press in shedding light on the downstream media and educating the public about its dangers by organizing public dialogues and debates on the subject of downstream media, which helps to shed light on its dangers and open a door for awareness and education.	Q6
C7	Promoting Media Awareness	Education can contribute to enabling individuals to develop critical information analysis skills and distinguish between true and misleading content on social media sites by introducing students to the	Q7

		different media methods and the types of influence they may exert on users.	
C8	Social Media Platforms	One of the media awareness tools that can be used to educate students and society in general about the dangers of descending media is to use social media platforms to spread information and tips on how to identify and avoid falling into its trap.	Q8

Fourth: Extracting the code from the text of the interview of Dr. Taleb Abdul Majeed Diab - a lecturer at the Faculty of Mass Communication, University of Baghdad

Code of Concepts	Extracting Concepts	Transcript of the interview	Question Number
D1	Promoting awareness	One of the tools that contribute to reducing the phenomenon of downstream media on social media sites is the launch of awareness campaigns to introduce the dangers of downstream media and how to deal with it, and awareness videos and interactive materials can be used on social media to spread these messages.	Q1
D2	Encouraging critical thinking	There are ways in which awareness among users about the dangers of downstream media on social media can be enhanced by enhancing critical and analytical thinking skills among users to help distinguish right information from false information and deal with downstream media wisely.	Q2
D3	Filtering and monitoring techniques	One of the policies and rules applied by platforms to identify and delete downloadable content is to use filtering and monitoring techniques to detect harmful content and work to remove or restrict it. This requires the use of advanced technologies such as artificial intelligence and data analysis to effectively identify malicious content.	Q3
D4	R&D Support	The role of governments and regulatory authorities in combating social media by providing financial support and resources for research and development in the field of technology and artificial intelligence to develop tools that help detect and combat degrading media.	Q4
D5	Education and Awareness	The role of academic and research institutions in providing studies and researches on the phenomenon of degenerate media by educating the public about the dangers of degenerate media and how to identify and confront it. These institutions can organize workshops and seminars, produce multimedia awareness materials, and provide training courses for those interested in the subject.	Q5
D6	Reporting Successful Experiences	The role of traditional media and journalism in shedding light on downstream media and educating the public about its dangers by highlighting successful experiences in combating degenerate media and educating the public on effective ways to deal with it, which can inspire the public and the competent authorities to adopt similar and effective solutions.	Q6
D7	Developing Research and Verification Skills	Education can contribute to enabling individuals to develop critical information analysis skills and distinguish between true and misleading content on social media sites by teaching students how to search for information in an effective way and how to verify its sources and reliability.	Q7
D8	Public awareness campaigns	One of the media awareness tools that can be used to educate students and society in general about the dangers of descending media is to organize public awareness campaigns through various media that highlight the	Q8

		importance of identifying descending media and its negative impact on society.	

Fifth: Extracting the code from the text of the interview of Dr. Mushtaq Abdel Muttalib - Lecturer at the Faculty of Arts, Department of Mass Communication, University of Kufa

Code of Concepts	Extracting Concepts	Transcript of the interview	Question Number
E1	Partnerships with recognized entities	One of the tools that contribute to reducing the phenomenon of downstream media on social media sites is cooperation with reliable organizations and institutions to combat downside, such as research centers, universities, and government agencies, to share knowledge and develop joint strategies.	Q1
E2	Encouraging responsible participation	There are ways in which awareness among users about the dangers of downstream media on social media can be enhanced by supporting users to share authoritative content and engage positively with content on social media.	Q2
E3	Platform Social Responsibility	One of the policies and rules applied by platforms to identify and remove downstream content is the social responsibility of platforms as digital platforms must take responsibility for providing a safe and healthy environment for users. It can develop stricter domestic policies than public policies to combat downstream media and promote positive behaviors.	Q3
E4	Promoting transparency and freedom	The role of governments and regulatory authorities in combating degrading media on social media by working to promote transparency and ensure freedom of expression, while maintaining ethical and legal standards. Any efforts to combat disinformation must be balanced with the rights and freedoms of individuals.	Q4
E5	Developing effective strategies	Academic and research institutions play a key role in understanding and combating the phenomenon of degenerate media, developing effective strategies to address it and reduce its negative effects on society and the individual.	Q5
E6	Ongoing Mentoring and Education	The role of the traditional media and the press in directing the light on the downstream media and educating the public about its dangers by shedding light on the downstream media and raising public awareness is continuous and continuous, through the launch of continuous awareness campaigns, intensifying monitoring efforts and verifying the validity of published information.	Q6
E7	Focus on Digital Education	Education can contribute to enabling individuals to develop critical information analysis skills and distinguish between true and misleading content on social media sites by including lessons about the dangers and challenges facing individuals online and how to deal with them safely and responsibly.	Q7
E8	Educational Programs in Schools and Universities	One of the media awareness tools that can be used to educate students and society in general about the danger of descending media is to integrate the topics of descending media and ways to identify it in the curriculum, which helps in educating students from a young age and equipping them with the necessary skills to deal with the media critically.	Q8

Sixth: Extracting the code from the text of the interview of Dr. Hussein Al-Hatimi - Lecturer at the Faculty of Arts, Department of Mass Communication, University of Kufa

Code of Concepts	Extracting Concepts	Transcript of the interview	Question Number
G1	Training & Education	One of the tools that contribute to reducing the phenomenon of downstream media on social media sites is the provision of training courses and workshops for employees and the public on how to identify and address downstream media on social media sites.	Q1
G2	Organizing media campaigns	There are ways in which awareness among users about the dangers of degenerate media on social media can be used to launch multimedia campaigns targeting different segments of society to spread awareness about the dangers of degenerate media and how to address it.	Q2
G3	Abuse and hatred	From the policies and rules that platforms have in place to identify and remove downstream content, most social platforms block content that contains abuse or hatred towards certain categories of people based on factors such as race, religion, gender, sexuality, gender identity, and disability.	Q3
G4	Promoting digital education and education	The role of governments and regulatory authorities in combating digital media on social media by supporting digital education and education programs that aim to enable citizens to develop digital criticism and analysis skills, identify fake news and degenerate media, and how to deal with them effectively.	Q4
G5	Developing Technologies for Bearish Media Detection	One important aspect that academic and research institutions can focus on is the development of techniques and tools for detecting and analyzing bearish media. These efforts could include the development of algorithms for recognizing text, images, and downloadable videos, as well as the use of artificial intelligence and machine learning techniques to detect patterns of illicit online behavior.	Q5
G6	Collaboration with academic institutions and civil society	The role of traditional media and the press in shedding light on the downstream media and educating the public about its dangers through cooperation with academic institutions and civil society to exchange knowledge and experiences in the field of combating degenerate media, and organizing workshops and seminars to raise public awareness and exchange views on this subject.	Q6
G7	Stimulating discussion and interaction	Education can enable individuals to develop critical information analysis skills and distinguish between true and misleading content on social media sites by incorporating discussions on social media topics and information circulating, encouraging students to think critically and exchange opinions.	Q7
G8	Interactive Content Production	One of the media awareness tools that can be used to educate students and society in general about the dangers of downstream media is the development of applications and websites that provide interactive content that enables the audience to learn about downstream media through real-life situations and interactive experiences.	Q8

Seventh: Extracting the code from the text of the interview of Dr. Noah Ezz Al-Din Abdul Razzaq - Lecturer at the Faculty of Mass Communication/ University of Baghdad

Code of Concepts	Extracting Concepts	Transcript of the interview	Question Number
H1	Collaborate with social media platforms	One of the tools that contribute to reducing the phenomenon of downstream media on social media sites is cooperation with social media platforms, as it is possible to cooperate with the social media platforms themselves to develop policies and tools to combat downstream media, including identifying and deleting false and misleading content, and enhancing transparency in advertisements and information.	Q1
H2	Capacity Development	There are ways in which awareness among users about the dangers of descending media on social media can be enhanced, including providing training courses and workshops for users to learn the media analysis and critical thinking skills necessary to distinguish between true and misleading information.	Q2
H3	Violence and Promotion of Physical Harm	Platforms have policies and rules in place to identify and remove degrading content that prohibits content that incites violence or promotes physical injury to individuals or groups.	Q3
H4	Promoting strategic partnerships	The role of governments and regulatory authorities in combating social media by encouraging and strengthening strategic partnerships with technology companies and social media. Such partnerships could include information exchange, the development of technological tools to combat degrading and the implementation of joint awareness-raising and education initiatives.	Q4
H5	Developing and enhancing digital skills	Academic and research institutions can play an important role in developing and promoting digital skills and the ability to think critically among students and society at large, as these skills can contribute to enabling individuals to distinguish between true and misleading information.	Q5
H6	Setting a positive example	The role of traditional media and journalism in shedding light on downstream media and educating the public about its dangers by forming a role model in the practice of ethical and responsible journalism, by adhering to standards of integrity and accuracy in verifying news and not promoting rumors and misleading news.	Q6
H7	Promoting Danger Awareness	Education can enable individuals to develop critical information analysis skills and distinguish between true and misleading content on social media by enhancing students' understanding of potential risks on social media, such as the spread of fake news, digital disinformation, and information manipulation. By introducing this risk, individuals can be more aware and prepared to deal with it effectively.	Q7
H8	Community Training Courses	One of the media awareness tools that can be used to educate students and society in general about the dangers of descending media is to organize training courses for the local community that include teaching how to identify and provide the necessary tools to address it.	Q8

Eighth: Extracting the code from the text of the interview of Dr. Haider Ahmed Al-Qutbi - Lecturer at the Faculty of Mass Communication/ University of Baghdad

Code of Concepts	Extracting Concepts	Transcript of the interview	Question Number
J1	Fact Check	One of the tools that contribute to reducing the phenomenon of downward media on social media sites is the development and support of fact-checking platforms and accredited websites that work on examining and analyzing news and	Q1

		information to ensure its accuracy, and providing resources for the public to verify information before sharing it.	
J2	Supporting research and studies	There are ways in which awareness among users about the dangers of descending media on social media can be enhanced include directing attention and funding to research and studies aimed at a deeper understanding of the phenomenon of degenerate media and its effects and developments at the global and local levels.	Q2
J3	Personal Abuse and Defamation	Platforms have policies and rules for identifying and deleting derogatory content that platforms prohibit posting content that targets individuals personally, such as defamation and slander, to protect users' privacy and reputation.	Q3
J4	Promoting transparency and accountability	The role of governments and regulatory authorities in combating misinformation on social media by promoting transparency and accountability in anti-sedition efforts. Stakeholders should be open about the actions they take and the results they achieve, and be subject to public review and ongoing evaluation.	Q4
J5	Providing research and analytics	Academic and research institutions play a vital role in combating downstream media by providing research, analysis, policy development, awareness-raising, and collaboration with other sectors, as well as developing technologies and enhancing the digital skills of the public.	Q5
J6	Encouraging community participation	The role of the traditional media and the press in directing the light on the descending media and raising the public's awareness of its dangers by encouraging community participation in the fight against degenerate media by supporting awareness campaigns and community initiatives that aim to raise awareness of the danger of this type of media and enhance awareness of the importance of relying on reliable sources and verifying information before publishing it.	Q6
J7	Offering practical tools	Education can enable individuals to develop critical information analysis skills and distinguish between true and misleading content on social media by providing students with practical tools and strategies for dealing with content on social media, such as how to evaluate sources, analyze evidence, and apply journalistic standards to the information provided.	Q7
J8	Supporting academic research	One of the media awareness tools that can be used to educate students and society in general about the dangers of descending media is to support scientific research that focuses on the study of the phenomenon of descending media and its impact on society, which contributes to the development of effective strategies to combat it.	Q8

General results of the research

This analytical study of the factors limiting the spread of downstream media in social networks has resulted in a number of results that enrich the theoretical and practical frameworks, and contribute to the formulation of effective approaches and strategies to confront this phenomenon with complex social, cultural and media dimensions. The most prominent of these results were the following:

1/ Enhancing media awareness among users

The study showed that spreading awareness of the dangers of degenerate media and its negative effects on the cohesion of society is one of the most prominent factors inhibiting its spread. This is achieved through educational programs that clarify the mechanisms for identifying misinformation and fake content, and enable individuals to distinguish between reliable and unreliable sources.

2/ Developing the skills of assessment and verification of information

The results showed that encouraging the public to adopt critical and analytical skills to evaluate content, and to validate information before republishing or relying on it, directly contributes to reducing the circulation of descending media content.

3. Legal and regulatory framework

The study confirmed that the enactment of strict legislation and regulations governing the work of social media platforms, coupled with effective implementation mechanisms to punish producers and promoters of degenerate media, represents one of the most important pillars to reduce the phenomenon. Enhancing transparency and accountability in digital platform policies is also essential for controlling the environment for electronic publishing.

4/ Supporting Techniques and Tools

The findings pointed to the importance of developing and employing advanced techniques to verify facts and combat harmful behavior, along with providing easy-to-use tools that enable individuals to verify the authenticity of content and report misleading material immediately.

5/ Awareness campaigns and training programs

The study concluded that the implementation of continuous awareness campaigns, accompanied by training programs to enhance critical reading skills, contributes to building cognitive immunity among the public. Pressuring governments and digital platforms to adopt stricter measures is also a critical element of support to combat the phenomenon.

6/ Promoting sound media practices

The results showed that providing professional and reliable media content, supported by in-depth analysis and documentation of events, is one of the effective means of refuting misinformation and exposing its backgrounds to the public.

7. Inclusion in the educational curriculum

The study showed that the inclusion of the concepts of media literacy and awareness of the dangers of downstream media in the school curriculum allows the younger generations to possess critical thinking skills and the ability to consciously interact with digital content.

8/ Research and institutional support

The results showed the need to allocate financial and technical resources to support scientific research and campaigns aimed at combating degenerate media, in order to ensure the continuity of developing sustainable strategies and solutions to reduce its negative effects.

General recommendations of the study

Based on the findings of the analytical study of the factors limiting the spread of downstream media on social networks, the following is recommended:

1/ Strengthening media awareness programs

Awareness efforts should be intensified on the dangers of degenerate media and its negative effects on the individual and society, through the organization of continuous awareness campaigns through social media platforms and traditional media, with the aim of enabling users to understand the nature and methods of degenerate media, and how to deal with it critically and consciously.

2/ Adopt strict content verification policies

Social media platforms should adopt stricter censorship policies to verify the authenticity of published information, and work to detect and combat misleading and false content, in order to enhance the credibility of content and limit the spread of false news and misinformation.

3/ Increasing transparency in content delivery mechanisms

The study recommends the need to increase the level of transparency among social media platforms regarding content display algorithms and how to select and direct media materials to users, which contributes to reducing the impact of downstream content and enhancing users' trust in these platforms.

4/ Enhancing critical and analytical reading skills

Critical and analytical reading skills should be developed among users, especially young people, through educational and training programs that enable them to distinguish between accurate and misleading information, thereby enhancing their ability to consume informed and responsible information.

5/ Joint cooperation between governments, international organizations and communication platforms

The study calls for intensifying cooperation between governments, international bodies, and social media platforms to develop integrated and comprehensive strategies to combat the phenomenon of descending media, by developing supportive legal and regulatory frameworks and stimulating relevant societal initiatives.

6/ Supporting research and innovation in the field of anti-descending media technologies

The study recommends supporting scientific research and technical innovations that seek to develop advanced tools and techniques, including the use of artificial intelligence and data analytics technologies, to accurately and effectively identify harmful content, and enhance the ability of platforms and users to confront it.

7/ Applying legislation and regulating legal responsibilities

The study emphasizes the importance of applying legislation and laws that regulate the work of social media sites, and obliges them to assume legal responsibility for the content published through their platforms, while imposing appropriate penalties on violators, with the aim of enhancing legal control and limiting the spread of degrading media.

Sources and References

Arabic Books

- Pasha, Ehsan Shamsi (2020). Social media is a journey into the depths. 1st Edition. Dar Al-Qalam.
- Rashti, Jihan Ahmed (1987) The Scientific Foundations of Media Theories. 1st Edition. Dar Al-Fikr Al-Arabi for Printing and Publishing.
- Al-Samarrai, Iman, & Al-Qandilji, Amer (2001). Quantitative and qualitative scientific research. 1st Edition. Dar Al-Yazouri.
- Al Suwaidi, Jamal Sanad (2013). Social Media and its Role in Future Transformations. 1st Edition. Arab Nile Group.
- Shaqra, Ali Khalil (2014). New Media Social Networks. 1st Edition. Osama Publishing and Distribution House.
- Abdel Hamid, Mohamed (1997). Media Theories and Trends of Influence, 1st Edition. World of Books. Cairo.
- Abdel Aziz, Barakat (2012). Media Research Methods: Theoretical Principles and Practical Skills. 1st Edition. Modern Books House.
- Al-Aufi, Abdullatif Bin Debian (2002). Qualitative Research in Media Studies. 1st Edition. Amjad Publishing and Distribution House.
- Ghasemi, Ahmed (2019). The Impact of Social Media on the Societal Security of the Gulf Countries. 1st Edition. The Arab Democratic Center for Strategic, Political and Economic Studies.
- Al-Karkhi, Ali Abdel Hadi (2017). New media. 1st Edition. Amjad Publishing and Distribution House.

Websites

- Al-Taie, Hossam (05/02/2023). Analysis of the phenomenon of downloadable content on social media sites, an article published at: <https://husamaltaeeblog.com/2023/02/05/>.
- Abbas, Aqeel (13/2/2023). Downward Content in Iraq: The State When It Runs Towards Morality, an article published at the link: <https://www.skynewsarabia.com/blog/1596677>.
- Al-Ghamri, Manal (26/4/2016). Downward Media is From. Article published in Al-Ahram Magazine. 140(47258). <https://gate.ahram.org.eg/daily/News/161885/12/504256/>.

Foreign Sources

- Stanley J. Baran and Dennis K. Davis. (2020). Mass Communication Theory: Foundations, Ferment, and Future. Cengage learning.
- Stephen, Littlejohn (2009). Encyclopedia of Communication Theory, Sage Publications. Inc.

**EXTENT OF MATHEMATICS TEACHERS' USE OF MULTISENSEORY
MATHEMATICS INSTRUCTION IN TEACHING STUDENTS WITH LEARNING
DISABILITIES IN EBONYI STATE, NIGERIA**

**ANAKPUA, BLESSING C. (PhD), ABDULRAHIM, Musbahu (PhD) & AYIM JOSHUA
OKPOGHE**

DEPARTMENT OF SCIENCE EDUCATION, ALEX EKWUEME FEDERAL UNIVERSITY,
NDUFU-ALIKE, EBONYI STATE, NIGERIA

Abstract

A study in Abakiliki, Nigeria, explored extent of mathematics teachers' use of multisensory instruction for students with learning disabilities. The study adopted descriptive survey research design with two research questions and two hypotheses tested at 0.05 level of significance. The survey involved 30 teachers randomly selected from the population of schools with special needs. A 20-item questionnaire validated by three experts in Science Education department was administered to the respondents and reliability coefficient of 0.72 was established using Cronbach alpha. Findings that showed mathematics teachers engaged students with learning disabilities very often using storytelling, rhymes, audio recordings, braille, and tactile tools. However, they lacked confidence due to limited access to multisensory materials, inadequate technology, and insufficient training. The study also revealed inadequate government and school support for diverse learning needs. Recommendations included government funding for multisensory materials, investment in educational technologies, and capacity-building workshops for teachers to enhance multisensory mathematics instruction. By addressing these gaps, teachers can better support students with learning disabilities, promoting inclusive mathematics education. The study's results highlight the need for improved resources and training to ensure effective teaching and learning for students with diverse needs.

Key Words: Mathematics Teachers, Multisensory Mathematics Instruction, Students, Learning Disabilities.

MECHANISTIC INSIGHTS INTO HEAVY METALS IONS REMOVAL FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING CALCIUM PHOSPHATE: PRECIPITATION AND TRANSFORMATION

Brahim LIZOUL^{1,*}, Said ES-SAKALI² and Abdellah ANOUAR²

¹Laboratory of Engineering Sciences for Energy of the National School of Applied Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco

²Laboratory of Applied Chemistry and Environment, Faculty of Sciences and Techniques, Hassan 1 First University, Settat, Morocco

Abstract

This study investigates the mechanisms responsible for the removal of heavy metal ions from aqueous solutions using calcium phosphate-based materials. The research focuses on elucidating the fundamental processes of chemical precipitation and phase transformation that govern metal immobilization and stabilization.

Experimental results demonstrate that calcium phosphate efficiently removes heavy metal ions through a dual mechanism involving precipitation of insoluble metal phosphates and structural transformation within the calcium phosphate matrix. These processes lead to the formation of thermodynamically stable and environmentally inert solid phases, such as metal-substituted apatites or secondary phosphate compounds. The extent and nature of these transformations were found to depend on parameters such as pH, initial metal ion concentration, and the Ca/P molar ratio, which collectively influence the nucleation and growth of the resulting phases.

The results provide valuable mechanistic insight into the physicochemical pathways controlling heavy metal sequestration by calcium phosphate. They highlight the material's high affinity for divalent cations (e.g., Pb^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , and Zn^{2+}) and its ability to promote long-term immobilization through solid-state incorporation. Overall, the study demonstrates the potential of calcium phosphate as an effective, sustainable, and low-cost material for the remediation of contaminated aqueous environments and the recovery of valuable metal ions.

Keywords: Calcium Phosphate; Heavy Metals; Ion-Exchange; Precipitation and transformation .

EVALUATION OF POSTURAL SPINAL STABILITY IN 14 -YEAR-OLD BOYS' BASKETBALL PLAYERS OF ALBANIA

Ornela Beribashi¹, Migena Plasa²

¹Mandatory Health Insurance Fund. Specialist

²Sports University of Tirana, Sports Research Institute, Department of Sports Performance, Tirana, Albania

Abstract

Coaches working with young athletes are encouraged to conduct regular physical and anthropometric assessments. Spinal abnormalities are seen even in team sports. The purpose of this study was to evaluation how 12 weeks of program exercise affected the improvement of postural stability in 14-year-old boys basketball players. Method: In total No. 34 boys' basketball players from 2 different Sports Associations in Tirana, Albania mean aged 14 years were chosen at random and split into two groups: Experimental Group No. 17 (EXG) and Control Group No. 17 (COG). Anthropometric measures were taken of the two study groups in Body Height cm (EXG-174.12± 1.67 & COG-172.16 ± 1.49), Body Weight kg (EXG-64.84 ± 4.42 & COG- 68.17 ± 4.14) and BMI kg\m² (EXG-21.73± 3.34 & COG- 22.27 ± 1.42). Zebris system software, Win Spine 2.3, was used to examine body posture in parameters; Kyphosis/°, Lordosis/°, Left Scoliosis/° Right Before and After training for 10 weeks. Results: Group differences measured in 95% confidence interval was applied to variables. At p <0.05, statistical significance was recognized. Corrective exercises produced a significant change (p=0.018), with possible normalization of the lordotic curve. Conclusion: The overall sagittal shape of the spine may change under the influence of exercises in this age group. The results of this study showed improvements in postural stability in kyphosis-lordosis by practicing corrective exercises for 10 weeks in U-14 boys' basketball players. These findings highlight the importance of practicing some corrective exercises to maintain correct body posture and contribute to the physical health of adolescents.

Keywords: posture, spinal, basketball boys, kyphosis, lordosis,

Introduction

To meet the demands of this sport, players must demonstrate high levels of both anaerobic and aerobic capacity, as well as attributes such as strength, agility, multidirectional mobility, leaping ability, endurance, and sprinting performance (Ramos et al., 2019). Basketball is one of the most popular sports in the world, requiring a combination of physical, tactical, physiological, and mental skills for success (Erčulj & Štrumbelj, 2015). Because of these requirements, coaches working with young athletes are encouraged to conduct regular physical and anthropometric assessments. Such evaluations help tailor training programs to athletes'

developmental stages and maturity levels, ensuring that biological diversity among players is properly addressed (Lloyd et al., 2014; Malina et al., 2004). Postural stability is defined as the ability to maintain the body's center of gravity within the base of support (Huang & Brown, 2013). Effective postural control is achieved through neuromuscular adaptations and sensory feedback, improving athletic performance and lowering the risk of injury (Greig & Walker-Johnson, 2007; Ribeiro et al., 2008). However, fatigue can negatively affect balance, making it a critical factor to consider in training and performance. Previous studies have demonstrated a complex relationship between biological maturity and physical performance (Malina et al., 2004; Lloyd et al., 2014; Ramos et al., 2019). One important aspect of performance in basketball is balance, or postural stability, which plays a vital role in both daily activities and athletic competition (Goldie et al., 1989; Guskiewicz et al., 2001). Such conditions may impair postural control and increase the risk of musculoskeletal problems. Importantly, female athletes may be at higher risk of injury due to biomechanical and neuromuscular differences, particularly during landing tasks (Bahr & Bahr, 1997; Renstrom et al., 2008). Spinal asymmetries and disorders of spinal statics are also common in sports, particularly those involving unilateral or repetitive loads, such as gymnastics, rowing, weightlifting, and figure skating (Grabara & Hadzik, 2009; Baranto et al., 2009). Seasonal fluctuations in training intensity and quality can further influence performance (Montgomery et al., 2008). Furthermore, spinal alignment has been linked to adolescent idiopathic scoliosis (AIS), with sagittal spine form emerging as a key factor in understanding risks of spinal deformities, particularly among females (Gardner et al., 2022). Metrics such as the kyphosis–lordosis (KL) difference have been proposed to better investigate these associations. In basketball, physiological demands extend beyond isolated physical attributes, as the sport requires repeated high-intensity efforts, rapid recovery, and the ability to sustain performance under varying tactical and competitive conditions (Montgomery et al., 2010; Ziv & Lidor, 2009). Athletes must be able to generate muscular force quickly to stabilize their center of gravity under external constraints (Orr, 2010). Training interventions such as isometric strength training, corrective exercises, and proprioceptive drills have been shown to improve postural stability in basketball players (Arazi & Asadi, 2011; Zemková & Hamar, 2010). Differences in anthropometric characteristics and playing positions may also influence postural control in basketball (Ostojic et al., 2006). Muscle strength and power—two critical components of neuromuscular fitness—are fundamental for maintaining balance and preventing injuries (Caspersen et al., 1985; Gruber et al., 2007). Despite the growing number of initiatives promoting youth sports participation, data on the effects of structured training

programs on postural control remain limited, particularly in boys' basketball players in Albania. Addressing this gap is crucial, as postural stability is directly linked to both performance optimization and injury prevention. Therefore, the present study aims to evaluate the effects of a specific training program on the postural control of boys' basketball players.

Methods

Participants

Total No.34 boys' basketball players from four different Sports Associations in Tirana, Albania were chosen at random and split into two groups: Experimental Group (EXG-No. 17) and Control Group (COG-No. 17). The subjects are boys' basketball players with at least 4 years of experience who practice for 90 minutes four times a week. All of the participants chosen for the study from the 2 sports associations were supposed to be equivalent in terms of age, competitive experience, and training methods; training days and hours were also supposed to be identical across groups. Anthropometric measures were taken of the two study groups (EXG and COG). Anthropometric measurements did not significantly differ between the two groups, based on the data shown in Table 1.

Table 1. Anthropometric measurements of the female basketball players

No.17	Measure	Experimental Group	No.17	Control Group
17	Age	14.6 ± 0.43	17	14.2 ± 0.22
17	BH cm	174.12 ± 1.67	17	172.16 ± 1.49
17	BW kg	64.84 ± 4.42	17	68.17 ± 4.14
17	BMI kg/m ²	20.33 ± 1.34	17	20.27 ± 2.42

Procedure

In compliance with the Declaration of Helsinki's ethical guidelines, and all participants, together with their parents/coaches, signed a written informed consent form voluntarily, before participating. Postural asymmetries were shown by posture analysis in the upright standing sagittal projection. All of the basketball players boys agreed to participate in the study after being informed about the intervention process. The body posture and spinal deviation were assessed before and after a controlled exercise intervention using the "Zebris" System, Win Spine 2.3 software.

Instruments and test protocol

ZEBRIS System (Zebris Medical GmbH, Isny im Allgaeu, Germany), Win Spine 2.3 software, was used to evaluate boys' basketball players in column deviation in the parameters; Kyphosis/°- Lordosis/° (KL), Left Scoliosis/° Right with 95% confidence interval for the mean. The Win-Spine program (Zebris Medical GmbH, Isny im Allgaeu, Germany) records and stores the spatial positions of the receivers numerically. ZEBRIS spinal examination method is an external, non-invasive measurement method that uses an ultrasound-based motion analysis system. The basketball players were taken in the sagittal and frontal planes, and analysed using the free internet Postural Analysis Software to obtain quantitative measures of the shoulders, and trunk. The spinous processes were determined on each subject and each measurement was performed before and after training for 12 weeks with experimental group.

Intervention

The experimental group underwent a 12-week training program, which was conducted 3 times a week (Monday, Wednesday, Friday), at the end of the training. In contrast, the control group underwent only 4 training sessions according to the method of their trainer. The intervention program consists of 5 exercises selected from literature research; 1) Shoulder stand for 15 sec, elbow stand for 15 sec. 3x reps, 2) shoulder stand 3x15sec, 3) Knee stand with opposite leg and hand extended 3x15sec, 4) Cat pose. Hold for 2 sec in each position for 10 reps, 5) Half cobra pose for 15 sec, then 30 sec inverted pose, 10 reps. The ratio of work time to rest time was 1:2. This intervention did not affect the duration of their usual training program.

Data analysis

The means, standard deviation ($\pm$ SD), were calculated using normal statistical procedures. Group differences were measured using a T-test two paired samples for averages. A 95% confidence interval was applied to variables. At $p < 0.05$, statistical significance was recognized.

Results

Table 2 presents the data obtained from the Zebris test for both EXG and COG groups of boys' basketball players taken into the study. In EXG before Intervention, the following values were obtained from the measurements for the variables: Kyphosis: 36.79°, Lordosis: 30.31°, Scoliosis: 1.86° (left) and 1.80° (right). While after Intervention, the following values were obtained for the variables: Kyphosis 34.43°, Lordosis 29.43°, Scoliosis 1.61° (left) and 1.33° (right). While COG before in the study presented these values for the variables; Kyphosis 36.56°, Lordosis 25.35°, Scoliosis 1.93° (left) and 1.93° (right). While after 14 weeks, the

following values for the variables; Kyphosis 36.29°, Lordosis 25.35°, Scoliosis 2.07° (left) and 1.87° (right).

Table 2. Descriptive statistics for column deviation tests Zebris Before & After Intervention

	Experimental Group Before				Experimental Group After			
	Kyphosis/°	Lordosis/°	Scoliosis/°		Kyphosis/°	Lordosis/°	Scoliosis/°	
			Left / Right				Left / Right	
Average	36.79	30.31	1.86	1.8	34.43	29.43	1.61	1.33
SD	3.45	6.04	2.47	2.75	3.61	5.57	2.44	2.09
Max.	42.00	39.20	8.00	8.00	39.00	38.00	7.00	6.00
Min.	29.70	21.80	0.00	0.00	25.30	22.00	0.00	0.00
	Control Group Before				Control Group After			
	Kyphosis/°	Lordosis/°	Scoliosis/°		Kyphosis/°	Lordosis/°	Scoliosis/°	
			Left / Right				Left / Right	
Average	36.56	25.35	1.93	1.93	36.29	25.33	2.07	1.87
SD	4.66	12.00	2.57	2.54	4.41	11.85	2.57	2.50
Max.	45.00	44.30	8.00	6.00	43.00	44.00	7.00	6.00
Min.	23.00	6.00	0.00	0.00	23.00	6.00	0.00	0.00

Table 3 presents the data of the paired T-test statistical test, to confirm that the statistically significant changes in the measurements where; EXG (Before & After); Kyphosis ($p=0.0389$) where the p value <0.05 indicates a statistically significant difference between the measurements before and after the intervention. This suggests that the intervention had a significant effect on the kyphosis of boys' basketball subjects. While COG (Before & After) presents Kyphosis ($p=0.4350$) where the p value >0.05 indicates that there is no statistically significant difference between the measurements before and after the study period. This suggests that, apart from the intervention, no significant change has occurred in the kyphosis of the basketball players included in the study.

Table 3. T-test two paired samples for averages $P(T \leq t)$ Before and After for players

T-test: two paired samples for averages		
	Experimental Group Before & After	Control Group Before & After
Kyphosis/°	.038911399*	0.435039561
Lordosis/°	0.339655839	0.498184297
Scoliosis/° - Left	0.389923461	0.444155874
Scoliosis/° - Right	0.302831578	0.471447876

Discussion

According to Gardner et al. (2022), the KL change was calculated for 117 males and 79 females over 7 years. For females, the KL change returned to 5° at age 16 and for males, there was a gradual decrease to 5° at age 17, for both sexes the parameter development was statistically significant. Sports science and the training levels of athletes are constantly evolving. The

foundations of this development are mainly based on an ever-expanding understanding of how the body adapts to different physical and psychological loads according to (Bompa & Buzzichelli, 2015). Since physical development is very high, especially in adolescence, exercises that support correct posture are very important, they positively affect the musculoskeletal system and this is reflected positively in the individual, therefore it is recommended that adolescents should be trained for the changes at this age and should develop activities such as sports and various exercises. According to Cengiz and Delen (2024) it is thought that the effect of the age-training variable on posture structures varies specifically according to sports, where posture is negatively affected as training age increases in volleyball and soccer players. Our values — $\sim 36^\circ$ kyphosis, $\sim 29\text{--}30^\circ$ lordosis, and $1\text{--}2^\circ$ scoliosis — are typical for adolescent basketball players, with little lordosis as part of the sports postural profile. According to Grabara (2014), among 57 females and 104 males (14–17 years old), including basketball players, it was found that: boys' athletes had lower kyphosis than the control group ($p < 0.01$). Kyphosis in female basketball players is usually lower than in non-athletic women, around $30\text{--}35^\circ$. This suggests that female basketball players in this age group tend to have below average kyphosis and flattened lordosis, due to intense training. Our values are typical for teenage basketball players, with little lordosis as part of the sports postural profile. Kyphosis and Lordosis changes is a method that examines the magnitude of kyphosis and lordosis as a whole. The data presented in tab.2 show that it is statistically significant in the development of KL change. In our study, the experimental group (boys who followed an intervention) showed a statistically significant change in spinal kyphosis, with a p-value of 0.0389. This result is consistent with the findings of other studies that have examined the impact of physical activities on the development of spinal curvatures in adolescents. A study conducted by Grabara (2016) has shown that regular exercises, such as basketball, can affect the shape of spinal curvatures, leading to a flattening of kyphosis and a deepening of lordosis. This phenomenon may be related to the strengthening of the back extensor muscles during physical activities. On the other hand, the control group (boys without intervention) did not show significant changes in kyphosis, with a p-value of 0.4350. This result is consistent with studies suggesting that adolescent girls, especially those who are not physically active, have a greater predisposition to develop spinal kyphosis. A study conducted by De Vasconcelos et al. (2010) has shown a higher prevalence of kyphosis in girls, suggesting that this phenomenon may be related to physiological changes and physical development of girls during adolescence. When the studies and the field index are examined, the results obtained show negative and positive results in both postural aspects and

performance in basketball players (Cengiz, 2022). However, values tend to vary greatly depending on measurement methods (radiographic versus clinical means, age, gender). According to this research, the musculoskeletal systems of basketball players are affected by the applied exercises, which also reveal a process of postural adaptation. Due to the high susceptibility to postural defects in adolescence, it is thought that training programs applied to adolescent athletes should be supported with corrective exercises and studies in the literature on the detection of asymmetry should be added to shed light on sports coaches.

Conclusion

This study presented the change in KL from the exercises used for 10 weeks in basketball players, a new parameter that describes how the overall sagittal shape of the spine changes slightly under the influence of exercise at this age. The results of the study suggest that this exercise program in basketball players had an impact on the reorientation of the spine posture in adolescent boys. The values shown in this age group indicate a tendency for below-average kyphosis and flat lordosis, due to the intense training performed previously. Boys who are not physically active may be at greater risk of having kyphosis. These findings emphasize the importance of regular physical activity for spinal health in adolescents.

Acknowledgements

Thank you to all the boys' basketball players who participated in this study.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Reference

- Arazi, H., & Asadi, A. (2011). The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(1), 101–111. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.61.12>
- Bahr, R., & Bahr, I. A. (1997). Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 7(3), 166–171. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1997.tb00134.x>
- Baranto, A., Hellström, M., Cederlund, C., Nyman, R., & Swärd, L. (2009). Back pain and MRI changes in the thoraco-lumbar spine of top athletes in four different sports: a 15-year follow-up study. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 17(9), 1125–1134. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0767-3>
- Tudor O. Bompá & Carlo Buzzichelli. (2015). *Periodization Training for Sports*. Human Kinetics.
- Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* 100(2):126-31. PMID:3920711; PMCID: PMC1424733. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3920711/>
- Cengiz, Ş. Ş., & Delen, B. (2024). Postural analysis of adolescent young athletes in different sports branches. *Journal of Human Sciences*, 21(3), 292–300. <https://doi.org/10.14687/jhs.v21i3.6426>

- De Vasconcelos, G. a. R., Fernandes, P. R. B., De Oliveira, D. A., Cabral, E. D., & Da Silva, L. V. C. (2010). Avaliação postural da coluna vertebral em escolares surdos de 7-21 anos. *Fisioterapia Em Movimento*, 23(3), 371–380. <https://doi.org/10.1590/s0103-51502010000300004>
- Erčulj, F., & Štrumbelj, E. (2015). Basketball Shot types and shot success in different levels of competitive basketball. *PLoS ONE*, 10(6), e0128885. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128885>
- Gardner, A., Berryman, F., & Pynsent, P. (2022). The kyphosis–lordosis difference parameter and its utility in understanding the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *BMC Research Notes*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s13104-022-06067-3>
- Goldie PA, Bach TM, Evans OM. (1989). Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity. *Arch Phys Med Rehabil*. 70(7):510-7. PMID: 2742465. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2742465/>
- Grabara, M. (2016). Sagittal spinal curvatures in adolescent male basketball players and non-training individuals – a two-year study. *Science & Sports*, 31(5), e147–e153. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2016.01.010>
- Grabara, M. (2014). Anteroposterior curvatures of the spine in adolescent athletes. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 27(4), 513–519. <https://doi.org/10.3233/bmr-140475>
- Grabara, M., & Hadzik, A. (2009). Postural variables in girls practicing volleyball. *Biomedical Human Kinetics*, 1(2009), 67–71. <https://doi.org/10.2478/v10101-009-0017-7>
- Greig, M., & Walker-Johnson, C. (2007). The influence of soccer-specific fatigue on functional stability. *Physical Therapy in Sport*, 8(4), 185–190. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2007.03.001>
- Gruber, M., Gruber, S. B., Taube, W., Schubert, M., Beck, S. C., & Gollhofer, A. (2007). Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 274–282. <https://doi.org/10.1519/00124278-200702000-00049>
- Guskiewicz KM, Ross SE, Marshall SW. (2001). Postural Stability and Neuropsychological Deficits After Concussion in Collegiate Athletes. *J Athl Train*. 2001 Sep;36(3):263-273. PMID: 12937495; PMCID: PMC155417. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12937495/>
- Huang, M., & Brown, S. H. (2013). Age differences in the control of postural stability during reaching tasks. *Gait & Posture*, 38(4), 837–842. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.04.004>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Myer, G. D., & De Ste Croix, M. B. A. (2014). Chronological Age vs. Biological Maturation. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1454–1464. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000391>
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). Growth, maturation, and physical activity. In *Human Kinetics eBooks*. <https://doi.org/10.5040/9781492596837>
- Montgomery, P. G., Pyne, D. B., Hopkins, W. G., & Minahan, C. L. (2008). Seasonal progression and variability of repeat-effort line-drill performance in elite junior basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 26(5), 543–550. <https://doi.org/10.1080/02640410701654298>
- Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Minahan, C. L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 75–86. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.1.75>
- Ostojic, S. M., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in Basketball: physical and physiological characteristics of elite players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740. <https://doi.org/10.1519/r-15944>
- Orr R. (2010). Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly. A systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med*.;46(2):183-220. PMID: 20485224. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20485224/>
- Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Frago, I., & Massuca, L. (2019). Differences in maturity, morphological and physical attributes between players selected to the primary and secondary teams of a Portuguese Basketball elite academy. *Journal of Sports Sciences*, 37(15), 1681–1689. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1585410>
- Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., Georgoulis, T., Hewett, T. E., Johnson, R., Krosshaug, T., Mandelbaum, B., Micheli, L., Myklebust, G., Roos, E., Roos, H., Schamasch, P., Shultz, S., Werner, S., Wojtys, E., & Engebretsen, L. (2008).



- Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 394–412.
<https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.048934>
- Ribeiro, F., Santos, F., Gonçalves, P., & Oliveira, J. (2008). Effects of volleyball match-induced fatigue on knee joint position sense. *European Journal of Sport Science*, 8(6), 397–402.
<https://doi.org/10.1080/02614360802373060>
- Rogers ME, Page P, Takeshima N. (2013). Balance training for the older athlete. *International Journal Sports Physical Ther.* 8(4):517-30. PMID: 24175135; PMCID: PMC3812830.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24175135/>
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2000). Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *The Journals of Gerontology Series A*, 55(1), M10–M16.
<https://doi.org/10.1093/gerona/55.1.m10>
- Zemková E, Hamar D. (2010). The effect of 6-week combined agility-balance training on neuromuscular performance in basketball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 50(3):262-7. PMID: 20842085. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20842085/>
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, On-Court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7), 547–568. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939070-00003>

MYCOTOXINS AND NEW POSSIBILITIES FOR MYCOTOXIN BIODEGRADATION USING PROBIOTICS

Kutlieva G.D., Turaeva B.I., Kamolova H.F, Kobilob F.B.

Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

ORCID:0000-0001-6480-181

Annotation.

Mycotoxins are toxic secondary metabolites produced by microscopic mold fungi. They can contaminate agricultural products both in the field and during storage, posing a serious threat to human and animal health. There are hundreds of known mycotoxins, but several key species are the most common and pose the greatest danger. They are conveniently classified based on the fungi that produce them and their primary toxic effects. Concerns about food safety and the environment are leading to a reduction in the use of various chemicals and the development of sustainable agriculture. In this regard, biological control of phytopathogenic fungi affecting plants, vegetables and fruits, and food can increase the availability, safety, and quality of food, which is one of the important tasks of food security. Dried fruits of Uzbekistan are a valuable source of dietary fiber, a number of vitamins and mineral elements in the diet of the population. Due to the high sugar content, fruits are particularly susceptible to fungal invasion and accumulation of mycotoxins during vegetation, drying and storage. In this regard, research has begun on the microflora of dried fruits (raisins, plums, dates, apricots), the identification of phytopathogenic fungi, producers of mycotoxins, and screening for the antagonistic activity of lactic acid bacteria against phytopathogenic fungi. Since the use of lactic acid bacteria (LAB) for the biodegradation of mycotoxins is one of the most promising and environmentally friendly areas in the fight against these pollutants. Lactic acid bacteria are the object of research, since many strains of the LAB have the status of "Generally Recognized Safe", that is, they are safe for humans and animals. This is a key advantage over chemical detoxification methods. Biodegradation (biodetoxification) of mycotoxins is the process of breaking down toxic mycotoxin molecules with the help of living organisms (bacteria, yeast, fungi) or their enzymes to non—toxic or less toxic compounds. Lactic acid biodestructor bacteria are specific strains of lactobacilli that have the ability to neutralize mycotoxins. In addition, LAB are already widely used in the food industry (yoghurts, cheeses, sauerkraut) and in agriculture (silage). Their versatility should be noted: they not only potentially destroy mycotoxins, but also improve the intestinal microbiota, fight pathogens and prolong the shelf life of products. Unlike physical (sorbents) and chemical methods, biodegradation using LAB is a natural and environmentally friendly process that does not leave harmful residues. Some probiotics are able

to modify the structure of aflatoxin AFB₁, ochratoxin A, converting it into less toxic compounds. For example: *Bacillus subtilis* and *B. licheniformis* produce enzymes (e.g., laccases) that break down aflatoxin and ochratoxin into safe metabolites. The *Lactobacillus plantarum* strain and *L. reuteri* hydrolyze the toxin, reducing its activity. To reduce the decrease in bioavailability and body protection of LAB, probiotics minimize the negative effects of mycotoxin on the body by reducing absorption into the intestine. In addition, LAB protect the liver of animals. *Lactobacillus rhamnosus* and *L. brevis* strains reduce oxidative stress and liver damage caused by mycotoxin. Probiotics have an immunosuppressive effect on AFB₁ aflatoxin, enhancing the immune system response. To date, Bacell-M probiotic complexes based on *Bacillus subtilis* are used in animal husbandry for detoxification of feed and LAB can be used as functional products to reduce the risk of aflatoxicosis in humans. Conclusions. Thus, lactic acid bacteria and probiotics are promising, safe tools for neutralizing mycotoxins, especially in combination with physico-chemical methods. Their use helps to reduce economic losses and increase the safety of the food chain. Effective biodestructor bacteria can be used in an integrated mycotoxin management system. Our further research will focus on studying specific strains of LAB that have antagonistic activity against toxigenic fungi and their biodestructive ability of various mycotoxins for use in the food and feed industry.

PROSPECTIVE STUDY ON GENETIC DETERMINANTS OF CARBAMAZEPINE RESPONSE; THE CYP3A5-RS15524 GENE CARBAMAZEPINE RESPONSE; THE CYP3A5-RS15524 GENE POLYMORPHISM IN PASHTUN PATIENTS WITH EPILEPSY

Dr. Ayesha Jamil, Associate Professor:

Department of Pharmacology, Khyber Girls Medical College, Peshawar – Pakistan

Dr. Muhammad Saleh Faisal, Associate Professor:

Department of Pharmacology, Khyber Medical College, Peshawar – Pakistan

Dr Shaikh Fahad Falah, Assistant Professor:

Department of Pharmacology, Khyber Girls Medical College, Peshawar – Pakistan

Dr Bela Inayat, Assistant Professor:

Department of Biochemistry, Khyber Girls Medical College, Peshawar – Pakistan.

Dr Naheed Siddiqui, Assistant Professor:

Department of Forensic Medicine and Toxicology, Khyber Girls Medical College, Peshawar – Pakistan.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the impact of CYP3A5-rs15524 polymorphism on the clinical response to carbamazepine (CBZ) mono-therapy in Pashtun patients with epilepsy. Materials and

Methods: A longitudinal study was carried out among Pashtun patients with epilepsy in Khyber Pakhtunkhwa from October 2020 to April 2022. Participants were recruited from Lady Reading Hospital, while laboratory work was performed at the Pharmacology Department of Khyber Medical University, Peshawar. Patients were genotyped for the CYP3A5-rs15524 polymorphism using Sanger sequencing, with variants analyzed via Finch TV. The study correlated each genotype with clinical response and serum CBZ levels, which were measured using reversed-phase HPLC during each follow-up visit.

Results: A sample of 223 patients was analyzed, including 63.2% males and 36.8% females. Generalized tonic-clonic seizures comprised 82.5% of cases, while partial seizures accounted for 17.5%. Highest and lowest plasma levels of carbamazepine across both follow-ups were observed in AA & AG genotypes, respectively. In 3rd month, the non-responder and responder rates were 18.4% and 31.3% for AA, 44.6% and 16.9% for AG, and 63.6% and 18.2% for GG genotypes. In the 6th month, the rates were 9.5% and 53.1% for AA, 32.3% and 32.3% for AG, and 27.3% and 54.5% for GG, demonstrating highly significant differences in clinical response. Genotype analyses showed a significant improvement in CBZ response in subsequent follow-up.

Conclusion: Our findings suggest that CYP3A5-rs15524 polymorphism may impact the clinical response to carbamazepine in Pashtun patients with epilepsy. Clinical pharmacogenetic research can greatly enhance personalized treatment within our study population.

Keywords: CYP3A5-rs15524, Carbamazepine, Clinical responses, Single nucleotide polymorphism

INVESTIGATION OF CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SEED OILS IN DIFFERENT OKRA CULTIVARS

Seyed Mehdi Talebi* and Asra Salman

Department of Biology, Faculty of Science, Arak University, Arak-Iran

Abstract

Aims: Okra is a plant with high economic importance that is widely cultivated in tropical and subtropical regions of the world. Okra seeds are a rich source of high-quality protein, especially regarding essential amino acids, and also a valuable source of oil with a percentage ranging from 20% to 40%. Up to 47.4% of this oil consists of linoleic acid, an essential unsaturated fatty acid for humans. The aim of this study was to investigate the chemical composition and antioxidant properties of the oils from seven different okra cultivars, including white, brown, sultani, burgundy red, Texas, velvet, and green. **Materials and Methods:** seeds of different cultivars were collected and their oils were extracted using cold pressing. Fatty acid methyl esters were prepared, and the fatty acids composition in the oils was determined using GC/MS apparatus. To evaluate the antioxidant capacity, the DPPH assay was employed. **Results:** okra seed oil contained both saturated and unsaturated fatty acids, with unsaturated fatty acids forming the major portion. The dominant fatty acid type varied among the cultivars. In the white cultivar, oleic acid was the predominant unsaturated fatty acid, while linoleic acid was dominant in the other cultivars. Palmitic acid was identified as the prevalent saturated fatty acid in all cultivars, but its amount varied among them. Numerous trace saturated and unsaturated fatty acids were also present in the fatty acid profiles of these okra cultivars. The highest antioxidant activity was observed in the brown okra oil, and the lowest in the Texas cultivar. Cluster analysis using the UPGMA method separated the studied cultivars, indicating differences in the fatty acid composition of their seed oils. **Conclusion:** the composition of saturated and unsaturated fatty acids differs significantly among the okra cultivars, which affects their biological properties and antioxidant capacity. These differences can serve as a basis for diverse nutritional, medicinal, and industrial applications for each cultivar.

Keywords: cultivar; diversity; Okra; phytochemistry

DISABILITY IN ICONOGRAPHY**Elizabeta Popova Ramova¹**Faculty of dental medicine, ²College for medical cosmetology and physiotherapy
MIT University Skopje, RN Macedonia**ABSTRACT**

Iconography, as a branch of art history, studies the identification, description and interpretation of the content of images: the subjects depicted, the particular compositions and details used to do so, and other elements that are distinct from artistic style. The aim of our research were to found art with explanation of people with disability during history. Material and method: For as was interesting to found data pictures and sculptures that had showed disability people and treatment of society of them. The period of analyze were from cave people to the modern photography. Results: In cave people pictures have no data for this aim. In ancient Egypt, India and China there are many pictures were we can found and recognized paralysis, amputation and other physical deformity of the body. In ancient Egypt they were treated like sons of God. From Ancient Greek and Rome time, are sculptures with physical disability like amputation and paralysis. In Meddle Century Time the data is collected from religion pictures from Christianity, were the treatment of this people with miracles of Issus were explain, like a positive society action and love and empathy for the people who suffer. In Art pictures there are many people like drowse and physical deformity but the treatment of society is beginning to be more difficult. In modern time there are many photos, where are showing disability people and human right and treatment of the society in different part of the World. Discussion: Treatment of disability people was different during the century. From some ancient cultures we can learn the therapy of this people. Conclusion: Iconography for Physical disability people and its treatment during the century can educate us for philosophy view and medical treatment of them.

Kew words: physical disability, iconography.

COMPARATIVE EFFICACY OF HYPERTONIC SALINE VS MANNITOL IN THE MANAGEMENT OF INTRACRANIAL HYPERTENSION FOLLOWING SEVERE TRAUMATIC BRAIN INJURY

Sarath Jairaj

Department of Medicine, Tbilisi State Medical University

Introduction:

Intracranial hypertension (ICP >20–22 mmHg) after severe traumatic brain injury (TBI) causes secondary brain injury and worse neurologic outcome. Osmotherapy remains a cornerstone of ICP control; the two most used agents are mannitol (osmotic diuretic) and hypertonic saline (HTS), which both increase serum osmolality and draw water out of edematous brain tissue to lower ICP

Treatment Measures:

Acute ICP crises are treated with bolus osmotherapy (commonly 20% mannitol or various concentrations of HTS such as 3%–23.4%), titrated to ICP and cerebral perfusion pressure (CPP). Mannitol produces osmotic diuresis and transient intravascular volume reduction; HTS increases intravascular volume, may improve hemodynamics and CPP, and can have a longer duration of ICP effect in some series.

Preventive Measures:

Primary prevention of raised ICP focuses on early intracranial hemorrhage control, optimized ventilation (avoid hypoxia, hypercapnia), hemodynamic optimization to maintain CPP, elevation of head-of-bed, sedation/analgesia to limit metabolic demand, seizure prophylaxis as indicated, and early surgical interventions (e.g., hematoma evacuation, decompressive craniectomy) when necessary. Protocolized ICU care and guideline-based bundles reduce secondary injury.

Complications and Irreversible Outcomes:

Osmotherapy risks include electrolyte disturbances (hypernatremia with HTS; osmotic shifts with mannitol), renal dysfunction (osmotic nephrosis potential with mannitol), hemodynamic instability, and rebound cerebral edema with improper use.

Latest Findings 2024-2025:

Recent systematic reviews and cohort studies show mixed results: several meta-analyses and reviews report similar effects of HTS and mannitol on short-term ICP reduction and mortality, while some studies favor HTS for longer duration of ICP control or improved CPP; overall, high-quality evidence for superiority of either agent on long-term functional outcomes remains inconclusive.

Diagnostic Breakthrough:

Two major diagnostic/monitoring advances inform modern management: (1) blood biomarkers (GFAP and UCH-L1) now have regulatory clearance and bedside assays that aid early triage and may reduce unnecessary CT imaging; and (2) growing use of multimodal neuromonitoring (continuous ICP + brain tissue oxygenation, transcranial Doppler, cerebral micro dialysis, and near-infrared spectroscopy) allows more physiologic, individualized therapy and earlier detection of secondary insults—though outcome-changing evidence for routine use is still being defined.

Conclusion:

Mannitol and hypertonic saline are both effective osmotic therapies for acute intracranial hypertension after severe TBI; current 2024–2025 evidence does not definitively favor one agent for improved long-term neurologic outcomes. Selection should be individualized (hemodynamics, renal function, serum sodium/osmolality) and integrated into multimodal monitoring and guideline-based ICP management bundles.

Keywords: Brain Trauma, Hypertension, Diagnostic breakthrough, Treatment viability

NOISE INDUCED HEARING LOSS FROM PERSONAL DIGITAL LISTENING DEVICES:**LAIBA RANA**

Sahara medical college, Narowal, Pakistan

ORCID ID: 0009-0008-9056-8383**Hamza Mazhar**

Sahara medical college, Narowal, Pakistan

ORCID ID: 0009-0007-0084-9230

Personal digital listening devices such as earphones and headphones have become an inseparable part of daily life, offering comfort and accessibility for music, entertainment, and communication. However, their widespread use has introduced a rising concern: noise induced hearing loss (NIHL). Unlike occupational noise exposure, NIHL from these devices is subtle, progressive, and often unnoticed until significant hearing damage has occurred, particularly among young users. NIHL occurs when repeated exposure to loud sound damages cochlear hair cells, which do not regenerate. Listening at volumes above 85 decibels, even for short durations, is enough to initiate this process. In-ear devices pose added risks because of their proximity to the tympanic membrane and reduced sound leakage. Research shows that many individuals exceed safe listening limits, especially in noisy environments where they turn up the volume. The consequences extend beyond high-frequency hearing loss to include tinnitus, social communication difficulties, academic challenges, and reduced quality of life. With increasing dependence on digital media, the burden of NIHL is expected to rise unless preventive measures are actively adopted. This review is based on studies published between 2012 and 2024, identified through PubMed, Scopus, and Google Scholar using search terms “noise induced hearing loss,” “earphones,” “personal music players,” and “digital listening devices.” Human-based epidemiological studies, surveys, and systematic reviews were included, while animal studies and isolated case reports were excluded. Articles were evaluated for data regarding prevalence, user behaviours, biological mechanisms, and preventive strategies. NIHL from digital listening devices is a lifestyle-related but entirely preventable health issue. Education on safe listening practices, including the 60/60 rule and the use of volume-limiting or noise-cancelling technology, is essential. Collaboration among parents, educators, policymakers, and healthcare providers can reduce the risk. While future research may explore pharmacological protection and regenerative therapies, current efforts should prioritise awareness and prevention.

Keywords Noise induced hearing loss, personal listening devices, earphones, digital media, safe listening, prevention

PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF MALACHITE GREEN USING A BINARY NANOCOMPOSITE CATALYST

Associate Professor Dr. Rozina Khattak

Department of Chemistry, Shaheed Benazir Bhutto Women University,
Peshawar 25000, Pakistan

Abstract

This study explores the photocatalytic degradation of Malachite Green (MG) dye using a binary nanocomposite synthesized through a co-precipitation approach. The catalyst was thoroughly characterized using spectroscopic and microscopic techniques to determine its structure, morphology, and optical properties. Photocatalytic activity was examined under various operational parameters, including catalyst dosage, dye concentration, solution pH, temperature, and oxidant type. Among the tested oxidants, potassium peroxydisulfate produced a marked synergistic effect, significantly accelerating dye degradation. The catalyst demonstrated rapid performance, achieving over 95% MG removal within minutes under natural sunlight, and retained high stability and reusability across multiple cycles. Thermodynamic and radical-scavenging studies confirmed the role of reactive species in the degradation pathway. Gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS) identified intermediate products, revealing non-toxic degradation outcomes. Overall, the binary nanocomposite presents a cost-effective, sunlight-responsive, and sustainable photocatalyst with strong potential for practical wastewater treatment applications.

PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF ACID BLUE 93 USING NANOPARTICLES FOR ENVIRONMENTAL REMEDIATION

Associate Professor Dr. Rozina Khattak

Department of Chemistry, Shaheed Benazir Bhutto Women University,
Peshawar 25000, Pakistan

Abstract

The discharge of dye-laden effluents from the textile industry poses a major environmental challenge due to their toxicity and persistence. Photocatalysis using semiconductor nanoparticles offers a sustainable approach for wastewater treatment. In this study, Acid Blue 93, a widely used textile dye, was degraded using nanoparticles synthesized via a simple sol-gel method and characterized by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and UV-Vis spectroscopy. Photocatalytic performance was assessed under UV irradiation, where the nanoparticles achieved rapid and efficient degradation of Acid Blue 93. The mechanism involves light-induced generation of electron-hole pairs, which interact with water and oxygen molecules to form reactive oxygen species (ROS). These ROS oxidize dye molecules into less harmful products. The findings demonstrate that the synthesized nanoparticles are effective, reusable, and environmentally friendly photocatalysts, highlighting their potential as a cost-effective strategy for mitigating the environmental impact of dye-contaminated wastewater.

SYNTHESIS AND STUDY OF KINETICS OF COFe₂O₄@SiO₂-CHITOSAN ADSORBENTS FOR REMOVAL OF CADMIUM AND LEAD FROM WATER

Syed Anam Shaheen Abbas Shah, Muhammad Shoaib, Muhammad Yasin Naz*, Shazia Shukrullah

Department of Physics, University of Agriculture Faisalabad, 38040, Pakistan.

Abstract

This work investigated CoFe₂O₄@SiO₂-chitosan magnetic nanocomposites functionalized with chitosan, which served as an efficient adsorbent for the separation of trace amounts of lead (Pb(II)) and cadmium (Cd(II)) in water. The percentage of contaminants extracted from the solution has been determined using atomic absorption spectroscopy (AAS). Furthermore, the pseudo-first-order and pseudo-second-order kinetic models, along with the Freundlich and Langmuir isotherm models, were applied to evaluate the kinetic and equilibrium data for metal adsorption on adsorbents. The magnetic adsorbent demonstrated excellent magnetic properties and high Langmuir adsorption capacities of 255.10 mg/g for lead (Pb(II)) and 236.41 mg/g for cadmium (Cd(II)) ions. The second-order kinetic model and Langmuir adsorption isotherm exhibit the most precise adsorption data match. Results suggested that the coordinative interaction of amino groups in chitosan and metal ions was responsible for the occurrence of chemisorption. The adsorption efficiency after the first cycle for Pb(II) and Cd(II) ions was 93% and 89%, respectively. Furthermore, the adsorbents exhibited outstanding reliability, excellent reusable values, and good application performance, with 82% and 79% for lead (Pb(II)) and cadmium (Cd(II)), respectively, after five cycles of adsorption.

Keywords: Ferrite nanoparticles; silica coating; chitosan coating; chemical kinetics; toxic elements.

URINE SAMPLES OF SUSPECTED UTI PATIENTS IN A TERTIARY HOSPITAL IN IBADAN, NIGERIA IS A HOTSPOT FOR ANTIBIOTICS RESISTANT GRAM NEGATIVE BACTERIA

Sarah Okhueleigbe, Adebukola Rasheedat Salawu and Olutayo Israel Falodun

Department of Microbiology, University of Ibadan, Nigeria

ORCID: 0009-0000-8111-9633

ABSTRACT

Urinary Tract Infections (UTIs) affects different parts of the urinary tract, although, urine is said to be sterile, when bacteria or other microorganisms are found in the urinary tract, it can lead to UTI. Antibiotic resistance in UTI is a public health challenge which can be due to antibiotics misuse. This study was designed to determine the antibiotic susceptibility patterns of Gram negative bacteria isolated from urine samples of suspected UTI patients in a tertiary institution's clinic, in Ibadan, Nigeria.

This was a cross sectional study and clean catch midstream urine samples were collected from 231 symptomatic suspected UTI patients. Bacteria were isolated and identified using standard microbiological methods. The identified Gram negative bacteria were subjected to antibiotics susceptibility testing using the Kirby Bauer disk diffusion method against Cotrimoxazole, Augmentin, Levofloxacin, Menoprenem, Ceftriaxon, Amikacin, and Cefepime. Data were analysed using descriptive statistics.

Out of 231 samples collected, 188 (81.3%) were culture positive and 238 isolates were obtained, of which 130 (54.6%) were identified as Gram negative bacteria. The antibiotic resistance of the isolates to the tested antibiotics showed that 70.9, 64.6, 34.2, 98.7, 74.7, 34.2, and 93.7% were resistant to cotrimoxazole, augmentin, levofloxacin, menoprenem, ceftriaxon, amikacin and cefepime respectively. In addition, 46.8% of the resistant isolates were multidrug resistant having exhibited resistance to three or more different classes of antibiotics.

The prevalence of Gram negative bacteria and their high resistance to routine and last resort antibiotics observed among the suspected UTI patients in Ibadan constitute a serious health threat. Therefore, there is a need to enforce the use laboratory investigation including susceptibility test results in the treatment of UTI patients as well as judicious use of antibiotic therapy.

Keywords: Antimicrobial resistance, UTI, Gram negative bacteria.

**PRODUCTION AND CHARACTERISATION OF
POLYHYDROXYALKANOATES BACTERIA ISOLATED FROM
SOIL SAMPLE**

Ms. Funmilayo Adejoke Fatukasi

university of Ibadan

Department of
microbiology.

ORCID: 0009-0007-5944-2566

ABSTRACT

Polyhydroxyalkanoates (PHAs) is a promising class of bioplastics that are synthesized intracellularly by various microorganisms as energy and carbon reserve materials because they are biodegradable, biocompatible and environmentally friendly. This work aimed at microbial synthesis of bacteria isolated from soil samples for the potential production of polyhydroxyalkanoates (PHAs). In the present study, Different bacteria species were isolated from different soil samples. The highest number of isolate (10) was gotten from farmland with 37% of occurrence. 16 isolates were further screened primarily using Sudan black B and secondary using Nile blue staining. Out of these isolates, 7 were positive for PHA production and were characterized using morphological, biochemical, sugar fermentation test, Abis and Fourier transform infrared. Through which we found out the isolates belonged to the genera *Bacillus* spp, *Pseudomonas* spp, *Cuprivadus* sp and *Micrococcus* spp.

Furthermore, the PHA-producing bacteria were purified using sodium hypochlorite method, which revealed that *Cuprivadus* sp isolated from soil sample had the highest PHA accumulation, with an initial biomass of 0.006% on a 2% glucose substrate. Under optimized fermentation conditions, the PHA production, most of the bacterial isolates grow well at temperature 25oc - 37oc, incubation period of 48hrs- 72hrs, where fructose and mannitol as the best carbon source, yeast (organic nitrogen source and NH₄CL as the best inorganic nitrogen source). Characterization of the PHA polymer was subsequently performed, using FTIR. Fourier transform infrared confirmed the ester carbonyl group c=o which forms the backbone for PHA polymer chain. *Pseudomonas* SP has a peak at 1726cm while *Micrococcus* SP has 1720cm mol, indicative of an oligomeric species, while the actual polymer molecular weight is estimated with a prominent C=O stretching peak at 1732cm⁻¹. Bands in the region of 2900-3000cm correspond to the stretching vibrations of C-H bonds in the polymer carbon chains. *Pseudomonas* SP has a peak at 2920.32cm while *Micrococcus* SP has 2928.04cm. This study suggests that bacteria isolated from soil sample are promising species for the production of polyhydroxyalkanoates.

UV IRRADIATION EFFECTS ON PHYLLOSPHERE COLONIZATION AND BIOFILM FORMATION OF *OLEA EUROPAEA*

Dr. Iram Liaqat

Department of Zoology, GC University, Lahore-54000

Abstract

The Aerial parts of plants termed as phyllosphere are normally colonized by a variety of bacteria, yeasts, and fungi. The aerial inhabitants are called epiphytes. Bacterial colonization as biofilms is well documented and has been reported to cause many economic and health problems. Hence this study was designed to isolate microbes from phyllosphere of *Olea europaea* (olive plant species) and assess the biofilm forming ability. Four strains L1, L2, L3 and L4 were isolated from phyllosphere of *O. europaea* and characterized morphologically, biochemically and physiologically. 50% strains were gram positive while 50% was observed to be gram negative. All strains were catalase positive with no H₂S production. All strains showed best growth at 37°C temperature and pH 7. From above characterization, strains were found to belong to genera *Erwinia spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Micrococcus spp.* and *Bacillus spp.* Biofilm formation determined by two methods i.e. Congo red and cover slip proved *Bacillus spp.* as the only biofilm former Congo red method. Afterwards mutations were induced at different time intervals i.e., 3, 4, and 15 minutes. There was an incredible difference in biofilm formation between wild type and mutant strains. Highly significant biofilm formation ($p > 0.001$) was observed in all mutated strains after 15 minutes of UV exposure. Hence our study discussed the significant decrease in biofilm formation of various pathogenic strains of *O. europaea* after UV exposure for 15 minutes which could be applied to overcome many plant diseases in future.

Biography

Dr. Iram Liaqat is serving as Assistant Professor at Govt. College University, Lahore, Pakistan. She is Ph.D. in Microbiology and Molecular Genetics (Pb), Pakistan and The Sheffield University, UK With postdocs at University of Western Australia, Australia (Endeavour awards) and LUMS, Lahore. She has participated more than 60 national and international conferences and authored numerous ISI indexed publications. She is an editorial board member for journals like, International Journal of Research in Health Science, SM Journal of Food and Nutritional Disorders and reviewer of Journals including Bioresource Technology (Elsevier), Current Microbiology (Springer), African Journal of Agricultural Research (ISI Indexed Journal) and external examiner in various universities in Pakistan.

ARTHROPODS CONDITIONAL PESTS OF HONEY BEE**Academician Prof. Dr Ivan Pavlović**

Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia

ORCID NO: 0000-0003-4751-6760**Prof. Dr Nada Plavša**

Faculty of Agriculture, Department of Veterinary Medicine, University of Novi Sad, Serbia

ORCID NO: 0000-0001-6745-1218**PhD Aleksandra Tasić**

Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia

ORCID NO: 0000-0002-8361-569**PhD Nataša Rajić-Savić**

Veterinary Ambulance "Minic", Belgrade, Serbia

ORCID NO: 0009-0003-1675-5643**ABSTRACT**

The digger wasp (*Philanthus triagulum* F.) is a predator of wandering rarely of honey bees. It is slightly smaller than the common wasp, but it has a larger and thicker head covered with white bristles. It has a powerfully developed thoracic region, a slender body and strong mandibles. It lives on sand hills, where it makes deep corridors in which the female lays eggs in the bodies of dead bees, whose body serves newly hatched larvae as food. The bee wolf catches wandering bees on the flowers and, after paralyzing them, drags them into its corridors. Cockroaches like many other invaders insect are attracted to sweet foods and protein – and then there are all the decomposing larvae and adult bees that nibble on them. The damage caused by cockroaches is minimal and the biggest problem is the droppings they leave behind. Cockroaches are primarily found in weakened or otherwise diseased colonies. Also, large numbers of cockroaches live on the inner cover of densely populated colonies. When the outer cover is removed, they immediately descend among the bees. Little can be done to control cockroach infestations, and therefore the primary measure to protect is to keep the hive clean. *Collembola*, commonly known as Springtails, are small arthropods that belong to the class Collembola. They are found in a wide range of habitats, including soil, leaf litter and decaying organic matter. While they are not typically associated with bee hives, it is be present in bee hives under certain conditions. They are detritivores, meaning they feed on decaying organic matter and microorganisms. In a bee hive, there may be small amounts of organic debris, such as pollen, beeswax and other residue, which could provide a food source for Springtails. However, the presence of Springtails in a bee hive is usually considered incidental and not a significant problem for honey bees.

Keywords: digger wasp, cockroach, *Collembola*, honey bee, arthropods conditional pests

SILENT PATIENTS: VETERINARY CHALLENGES IN REPTILE MEDICINE**Yasmine Malak ZERARKA**

Mohamed khaidar University of Biskra, Faculty of Natural and Life Sciences ,Department of
Veterinary Medicine,07000 Biskra, Algeria

ORCID: :0009-0004-4990-3937**ABSTRACT**

With the rise of social media platforms, reptiles, particularly lizards, are increasingly popular as exotic pets, yet their unique physiology and cryptic behaviors often makes early disease detection a challenge, earning them the label of “silent patients.” This presentation will raise awareness to common health issues including metabolic bone disease, parasitic infestations, respiratory infections, skin disorders, and nutritional problems .Veterinary management requires a multifaceted approach encompassing preventive medicine, stress-minimized handling, species-specific diagnostic strategies, and owner education. Recognizing early signs, correcting handling errors, and advancing diagnostic and treatment. This work will also highlight the challenges and responsibilities veterinarians face in providing evidence-based care for these often-overlooked patients.

Keywords: Reptiles, veterinary medicine, disorders, awareness.



NANOPARTICLE TRACKING ANALYSIS (NTA) FOR CHARACTERIZATION OF DRUG DELIVERY SYSTEM

Swathi. R, Rubin Thara.S, Praveena. E

Undergraduate Students, Faculty Of Pharmacy, Bharath Institute Of Higher Education And Research,
Chennai, India.

ABSTRACT:

Nanoparticle Tracking Analysis (NTA) has emerged as a powerful research technique for the characterization of nanoscale drug delivery systems. With the rapid development of nanocarriers such as liposomes, polymeric nanoparticles, and solid lipid nanoparticles, precise evaluation of particle size, distribution, and concentration is critical to ensure therapeutic efficacy and safety. NTA provides real-time visualization and measurement of nanoparticles in suspension by tracking their Brownian motion, thereby offering high-resolution size distribution and particle concentration data. Compared to conventional techniques like Dynamic Light Scattering (DLS), NTA allows for more accurate polydispersity assessment and detection of heterogeneous populations within formulations. This makes it highly valuable in preformulation studies, stability analysis, and quality control of nanomedicines. Furthermore, NTA supports the evaluation of drug encapsulation efficiency and release kinetics, thus contributing to the optimization of novel delivery systems. By enabling better understanding of nanoscale behavior, NTA plays a vital role in advancing nanotechnology-based therapeutics and bridging laboratory research with clinical translation.

Keywords: Nanoparticle Tracking Analysis, drug delivery systems, nanocarriers, particle .

"PRESCRIPTION DRUG MISUSE (PDM): A CROSS SECTIONAL 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).

FABRICATION OF SUMATRIPTAN SUCCINATE-LOADED ORAL DISSOLVING FILM (ODF) FOR RAPID MIGRAINE RELIEF

Bismillah Iftikhar

Abstract :

Introduction : Migraine is a debilitating neurological condition characterized by recurring episodes of moderate-to-severe headache, often accompanied by nausea, dizziness, blurred vision and fatigue. It is triggered by light and sound. Delayed onset of action and poor patient compliance are the challenges faced by Traditional treatments. This study focuses on the development of Sumatriptan Succinate-loaded oral dissolving films (ODFs) for rapid migraine relief.

Aim and Objective : The aim of this study was to develop and evaluate Sumatriptan Succinate-loaded ODFs to enhance patient compliance, improve bioavailability, and achieve rapid therapeutic outcomes.

Methodology : ODFs were prepared using the solvent casting technique, employing HPMC-E15 as the primary film-forming polymer. Excipients like Propylene Glycol and Citric Acid were incorporated for flexibility and taste masking. Formulations (SSF-1 to SSF-5) were evaluated for physical, mechanical, and dissolution properties. Stability studies were conducted on the optimized formulation (SSF-4).

Results : The optimized formulation (SSF-4) demonstrated a disintegration time of 9 seconds and a drug release of 99.6% within 120 seconds. Physical characterization showed uniform thickness ($90 \pm 2 \mu\text{m}$) and excellent drug content uniformity ($100.1 \pm 0.2\%$). Stability studies confirmed the retention of properties over time.

Conclusion : This study successfully developed an optimized Sumatriptan Succinate-loaded ODF (SSF-4) that offers rapid disintegration, enhanced bioavailability, and improved patient compliance, making it a promising alternative for acute migraine management.

Keywords

Migraine, Sumatriptan, Oral Films, Rapid Relief, Patient-Friendly Dosage

POLYCYSTIC OVARIAN DISORDER**R.Devadharshini****Dr.R.Srinivasan**

Faculty of pharmacy, Bharath institute of higher education and research, chennai-600073

Abstract:

Polycystic Ovarian Disease (PCOD) is one of the most common endocrine disorders affecting women of reproductive age, characterised by hormonal imbalance, irregular ovulation, and the presence of multiple ovarian cysts. The exact cause is multifactorial, involving genetic predisposition, insulin resistance, obesity, and lifestyle factors. Clinical manifestations include menstrual irregularities, infertility, acne, hirsutism, and weight gain, often leading to significant physical and psychological distress. PCOD is also linked with long-term complications such as type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease, and metabolic syndrome. Diagnosis is based on clinical features, ultrasound imaging, and hormonal profile using established criteria such as the Rotterdam guidelines. Management requires a multidisciplinary approach, including lifestyle modification through diet and exercise, pharmacological therapy such as oral contraceptives and insulin sensitisers and fertility treatments when necessary. Awareness and early diagnosis play a vital role in preventing complications and improving quality of life. As PCOD prevalence continues to rise globally, it has become a major public health concern, necessitating further research on pathophysiology, preventive strategies, and novel therapeutic options.

Keywords:PCOD, hormonal imbalance, infertility, insulin resistance, women's health

DEPRESSION**Kishore.R , Meenatchi .S ,Keerthana.V
Dr.R Saravanan**Faculty Of Pharmacy , Bharath Institute Of Higher Education And Research ,Chennai,
India -600 073**Abstract:**

Depression is a common and serious mental health disorder characterized by persistent sadness loss of interest in daily activities, and impaired social and occupational functioning. It affects people of all ages, with multifactorial causes including genetic predisposition, neurobiological alterations, psychosocial stressors, and environmental influences. The disorder is associated with cognitive, emotional, and physical symptoms, often leading to decreased quality of life and increased risk of comorbidities such as anxiety, substance abuse, and cardiovascular disease. Advances in research highlight the role of neurotransmitter imbalances, hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis dysregulation, and inflammatory pathways in its pathophysiology. Management strategies involve pharmacological treatment with antidepressants psychotherapeutic interventions such as cognitive behavioral therapy, and lifestyle modifications. Early detection, holistic treatment, and stigma reduction are essential to improve outcomes. Understanding depression as a public health priority is crucial to promote mental well-being and reduce its global burden.

Keywords: Depression , Mental health, Mood disorder, Stress, Risk factor, public health, Antidepressants, Early detection, Quality of life.

CRISPR-BASED SMART PROBIOTICS: A NEXT-GENERATION APPROACH FOR TARGETED DRUG SYNTHESIS AND DELIVERY IN THE HUMAN GUT

Shraddha s. shinde

Department of Pharmacology, JES's SND College of Pharmacy, Babhulgaon, Dist. Nashik, India.

Abstract

The human gut microbiome represents a complex and dynamic ecosystem that profoundly influences health, disease resistance, and immune homeostasis. Traditional probiotic therapies and drug delivery systems often fail to achieve precise control, targeted action, and sustained therapeutic efficacy within this intricate environment. Recent advances in synthetic biology and CRISPR-Cas genome editing have revolutionized the ability to engineer microbial systems with programmable and site-specific functions. CRISPR-based smart probiotics integrate precision gene-editing with responsive regulatory circuits to enable controlled synthesis and localized delivery of therapeutic molecules directly in the gut. These engineered strains hold immense potential for treating metabolic disorders, inflammatory diseases, infections, and even cancer by restoring microbial balance and providing on-demand bioactive compound release. Despite remarkable progress, challenges such as safe gene transfer, biocontainment, off-target effects, and regulatory complexities remain critical barriers to clinical translation. This review explores the mechanisms, design principles, and therapeutic applications of CRISPR-enabled smart probiotics, emphasizing delivery technologies, gene expression control, and emerging biocontainment strategies. By combining microbial engineering with precision medicine, CRISPR-based probiotics pave the way for a new era of targeted, intelligent therapeutics that bridge the gap between biotechnology and human health

Keywords

CRISPR-Cas9 • Smart Probiotics • Gut Microbiome • Synthetic Biology • Targeted Drug Delivery • Gene Editing • Biocontainment • Precision Medicine • Next-Generation Probiotics • Microbiome Engineering

HERBAL THAILAM'S FUNCTION IN TREATING SKIN CONDITIONS**Saraswathi.V^{*1}, Divya.k, B.lavanya Babu^{*2} Dr.R.Srinivasam^{*3}.**

1-Author ,2-corresponding author 3-Dean and professor . Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamilnadu India.

Abstract:

Skin disorders, such as dermatitis, psoriasis, acne, eczema, and fungal infections, are among the most prevalent illnesses that people worldwide suffer from. While conventional treatments like synthetic antimicrobials and corticosteroids relieve symptoms, they are frequently linked to side effects, resistance, and recurrence. As an alternative, herbal thailam, or medicinal oil, is a traditional Ayurvedic and Siddha preparation that provides a comprehensive, secure, and efficient method for treating skin conditions. In order for the active phytoconstituents in herbal thailam to completely permeate skin tissues, medicinal plant extracts are infused into carrier oils such as coconut or sesame oil. Plants that have been shown to have antibacterial, anti-inflammatory, antioxidant, and wound-healing qualities that improve skin health include neem (*Azadirachta indica*), turmeric (*Curcuma longa*), aloe vera, tulsi (*Ocimum sanctum*), and manjistha (*Rubia cordifolia*). encourage healing. Eladi Thailam, Nalpamaradi Thailam, and Kunkumadi Thailam are among the traditional Thailam formulations that have a long history of use in the treatment of eczema, acne, fungal infections, itching, and pigmentation. Modern pharmacological research backs up these traditional claims by demonstrating their safety, antibacterial activity, and capacity to restore the function of the skin barrier. In contrast to synthetic preparations, herbal thailam has few adverse effects and offers long-term benefits, making it appropriate for long-term use. Consistency, effectiveness, and broader therapeutic acceptance are ensured by standardization, quality control, and clinical validation. As a result, herbal thailam is highly effective in treating skin conditions and acts as a link between conventional wisdom and contemporary medicine.

Keywords: Ayurveda, herbal Thai, skin conditions, antibacterial activity, wound healing, and traditional medicine.

A COMBINED DFT QUANTUM CHEMICAL AND MOLECULAR DYNAMICS APPROACH FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF A NEW CORROSION INHIBITOR

Abdelmalek Matine¹, Ali barhoumi¹, Denzira Mohammed Habib³, Brahim LIZOUL⁴, El Alaoui El Abdallaoui¹,

Mohammed El Idrissi², Abdellah Zeroual¹

¹ Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, PB 20, El Jadida 24000, Morocco

² Team of Chemical Processes and Applied Materials, Faculty Polydisciplinary, Sultan Moulay Slimane University, Beni-Mellal, Morocco

³ Laboratory of Engineering Sciences for Energy of the National School of Applied Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco

⁴ Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, 23000, Morocco.

ABSTRACT

Quantum chemistry calculations and molecular dynamics simulations were performed to study the effect of a new pyrazole-based compound, **5-(4-methoxyphenyl)-1-phenyl-4,5-dihydro-1H-pyrazol-3-yl)phenol**, on the corrosion inhibition of C38 steel in an acidic medium. Quantum parameters, including E_{HOMO} , E_{LUMO} , the energy gap (ΔE), electronegativity (χ), global hardness (η), softness (σ), and the fraction of electrons transferred (ΔN), were calculated.

The results showed that larger molecular size correlates with higher inhibition efficiency. Local reactivity sites were analyzed using Fukui indices, revealing interactions between the Fe(110) surface and hydroxyl/carbonyl groups. Molecular dynamics simulations confirmed a physisorption mechanism, showing that more negative adsorption energy leads to better performance on Fe(110).

Keywords: Corrosion inhibition; Density Functional Theory (DFT); Fe complexes; Monte Carlo simulations; Adsorption; Electrochemical analysis.

DECODING THE HYDROBORATION–OXIDATION OF A-TRANS-HIMACHALENE THROUGH MULTISCALE MODELING

Mohammed Denzira^{1*}, Ali Barhoumi, Abdelmalek Matine, Abdessamad Tounsi¹,
Mohammed El idrissi²

¹Laboratory of Environmental, Ecological, and Agro-Industrial Engineering, Faculty of Science and Techniques of Beni Mellal, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.

²Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, PB 20, El Jadida 24000, Morocco

Abstract

This study reports the successful synthesis of a sesquiterpenic alcohol (C₁₅H₂₆O) via the hydroboration–oxidation of (R)- α -trans-himachalene using 9-borabicyclo[3.3.1]nonane (9-BBN) followed by oxidative workup with H₂O₂/OH[−] in tetrahydrofuran. The chemoselectivity of this transformation was investigated through a combined experimental and theoretical approach. Density Functional Theory (DFT)-based Molecular Electron Density Theory (MEDT) analyses, including Parr's electrophilicity and nucleophilicity indices, electron localization function (ELF) topological studies, and activation energy calculations, were employed to rationalize the observed regioselectivity. Theoretical predictions aligned well with experimental outcomes, confirming preferential attack at the less substituted double bond of α -trans-himachalene. Notably, solvent effect studies revealed significantly lower activation barriers in water and ethanol compared to traditional organic solvents, highlighting the feasibility of conducting this reaction under greener, more sustainable conditions. Mechanistic insights indicate a concerted yet asynchronous hydroboration pathway, characterized by uneven bond formation during the transition state. Furthermore, molecular docking simulations were performed to evaluate the potential biological activity of the synthesized alcohol isomers (P¹ and P²). Docking against human Topoisomerase II (PDB: 1ZXM) and Tubulin (PDB: 1SA0)—using etoposide and paclitaxel as reference inhibitors—demonstrated promising binding affinities and interaction profiles. These results suggest that the derived alcohols warrant further investigation as potential anticancer agents.

Keywords: hydroboration-oxidation, MEDT, ELF, α -trans-himachalene, activation energy.

ENGINEERING HIGH-PERFORMANCE ORGANIC PHOTOVOLTAICS: THEORETICAL INSIGHTS INTO QUINOXALINE-BASED ELECTRON DONOR MATERIALS

El mostafa Benharaf^{1*}, Ikram Mennas¹, A. Arif¹, Mohammed Denzira¹, Ali Barhoumi², Abdelmalek Matine², Abdellah Zeroual², Mohammed El idrissi¹

¹Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.

²Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco. El Jadida, Morocco.

Abstract:

This theoretical study explores four quinoxaline-based derivatives (M1–M4) as potential electron donors for organic solar cells (OSCs) using DFT/TD-DFT calculations. The research evaluates their optoelectronic properties, including frontier molecular orbital energies, band gaps, and absorption spectra. Compound **M3** is identified as the most promising candidate due to its narrowest band gap, broadest absorption spectrum, and high chemical softness, which suggest superior light-harvesting and charge-transport capabilities. While **M1** and **M2** have deeper HOMO levels that could lead to higher open-circuit voltages, their larger band gaps limit their light absorption efficiency. The study confirms that molecular design can effectively tune the properties of quinoxaline derivatives for high-performance organic photovoltaic applications.

Keywords: Quinoxaline derivatives, Organic solar, TD-DFT, photovoltaic applications, Charge transport, Energy bandgap

**MULTISCALE COMPUTATIONAL INVESTIGATION OF HYDROBORATION–
OXIDATION IN A-TRANS-HIMACHALENE: MECHANISM,
STEREOSELECTIVITY, AND ADMET PROFILE**

**Mohammed Denzira^{1*}, Ali Barhoumi, Abdelmalek Matine, Abdessamad Tounsi¹,
Mohammed El idrissi²**

¹Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University,
Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, 23000, Morocco.

Abstract

The alcohol C₁₅H₂₆O was synthesized by hydroboration-oxidation of α -transhimachalene (R) with 9-BBN and H₂O₂/OH⁻ in tetrahydrofuran. The chemoselectivity of the reaction was studied theoretically using molecular density theory (MEDT). Experimental chemoselectivity with optimal interaction was determined appropriately, as predicted by Parr's functions, analysis of the electron localization function (ELF) of the reactants, and energy studies. Furthermore, the hydroboration-oxidation reaction of α -trans-himachalene (R) by 9-BBN and H₂O₂/OH⁻ exhibits lower activation energy in water and ethanol, demonstrating that this reaction can be carried out in environmentally friendly solvents. The mechanistic study indicates that this hydroboration-oxidation reaction follows a concerted mechanism with asynchronous bond formation. In addition, a docking study was performed by docking α -trans-himachalene (R), alcohol P"1, and alcohol P"2 with the main protease Topoisomerase II (1ZXN) relative to etoposide, and in the main protease of Tubulin (1SA0) relative to taxol. This study showed that alcohols could be candidates for cancer drugs.

Keywords: *hydroboration-oxidation, MEDT, ELF, α -trans-himachalene, activation energy.*

DIGITALIZATION OF SHARIA ECONOMY: FINTECH'S CONTRIBUTION TO STRENGTHENING THE NATIONAL HALAL FINANCIAL ECOSYSTEM

Ananda Sulistyani¹ Mansur Chadi Mursid²

^{1,2}Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Digitalization of the Islamic economy has become an important foundation in building a modern, inclusive, and Islamic-based financial system. Digital transformation in the Islamic economy in the FinTech era not only changes the way people access financial services, but also increases efficiency, transparency, and public trust in Islamic financial institutions. Islamic FinTech plays a significant role in strengthening the national halal financial ecosystem through technological innovations that support transactions in accordance with sharia principles, expanding access for small and medium enterprises, and increasing financial literacy and inclusion of the Muslim community. In addition, FinTech is a strategic link between financial institutions, the halal industry, and regulators to create synergies that accelerate the growth of the national halal economy. In the context of sustainability, sharia FinTech development strategies and policies are needed that are adaptive to technological advances, strengthen the innovation ecosystem based on maqashid sharia, and ensure ethical and transparent governance. Thus, the digitalization of the Islamic economy through FinTech not only strengthens the foundation of the national halal economy, but also becomes a driving force for the creation of an inclusive, globally competitive and sustainable economy.

Keywords: Islamic Finance, FinTech, Digitalization, Halal Finance

THE IMPACT OF EDUCATION, HEALTH, AND ECONOMIC GROWTH ON THE HUMAN DEVELOPMENT INDEX: A PANEL DATA ANALYSIS OF DEVELOPING COUNTRIES

Himah Naely Rahmah

UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan,

ABSTRACT

The Human Development Index (HDI) serves as a comprehensive measure that evaluates the overall progress of a country through three core dimensions: education, health, and economic prosperity. These dimensions collectively reflect the level of human welfare and the capacity of individuals to contribute to national development. This study aims to examine the impact of education, health, and economic performance on HDI using a comparative analysis across developing countries from 2010 to 2023. Employing a panel data regression approach, the research utilizes indicators such as mean years of schooling and expected years of schooling to represent education, life expectancy at birth to capture the health dimension, and GDP per capita (purchasing power parity) as a measure of economic well-being.

The empirical results reveal that all three variables significantly and positively influence the HDI. Education demonstrates the strongest effect, suggesting that investment in human capital through equitable access to quality education substantially enhances human development outcomes. Health, measured by life expectancy, also shows a strong positive correlation with HDI, emphasizing the importance of public health systems, sanitation, and nutrition. Economic performance contributes positively by providing the necessary financial resources to sustain education and healthcare improvements.

The findings suggest that a balanced and integrated policy approach focusing on these three sectors is essential to accelerate human development. Governments should prioritize long-term investments in education quality, healthcare infrastructure, and inclusive economic growth to ensure equitable human progress. Moreover, regional disparities in HDI can be reduced by strengthening local capacities and improving governance effectiveness. This study contributes to the existing body of knowledge by offering empirical evidence on the interdependence between education, health, and economic growth in shaping sustainable human development.

Keywords: Human Development Index, education, health, economic growth, sustainable development, panel data analysis

THE ROLE OF THE CREATIVE ECONOMY IN PROMOTING NATIONAL ECONOMIC GROWTH IN THE DIGITAL ERA

Mahyuliyah

Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The creative economy is one of the strategic sectors that significantly contributes to national economic growth, especially in the digital era characterized by advances in information and communication technology. This study aims to analyze the role of the creative economy in enhancing national economic growth through innovation, digitalization, and the development of creative human resources. The research employs a qualitative descriptive approach by examining secondary data from government reports, academic publications, and data from the Creative Economy Agency and Statistics Indonesia (BPS). The findings show that the creative economy plays an essential role in expanding employment opportunities, increasing the added value of the gross domestic product (GDP), and strengthening Indonesia's global competitiveness. The utilization of digital technology has proven to accelerate the production, distribution, and promotion processes of creative products, positively impacting economic growth. Therefore, strengthening a digital-based creative economy ecosystem, government regulatory support, and cross-sector collaboration are key factors in promoting sustainable national economic growth in the digital era.

Keywords: creative economy, economic growth, digitalization, innovation, Indonesia

THE ROLE OF THE CREATIVE ECONOMY AND HALAL SECTOR IN THE GROWTH OF RELIGIOUS TOURISM IN INDONESIA

Angga Candra Winata

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0009-0005-0224-9517

Abstrack

This study aims to examine the contribution of the creative economy and halal industry in strengthening the position of Indonesian religious tourism at the global level, while formulating adaptive strategies to various local and international challenges. The approach used is deductive with quantitative methods, using instruments in the form of structured questionnaires distributed online and in person. The variables studied include product creativity, halal service quality, religious tourism experience, and intention to revisit. The data obtained were analyzed using a regression model to determine the influence of the creative economy and halal industry on tourist satisfaction and loyalty. The results of the study show that product innovation based on local wisdom and the consistent application of halal standards have a significant positive impact on destination attractiveness, satisfaction levels, and visitor loyalty, including the desire to recommend it to the international market. However, this study also identified obstacles such as limited digital infrastructure, complex halal certification processes, and low innovation adoption among SME operators. These findings underscore the importance of collaboration between the government, businesses, local communities, and academia in building an inclusive, technology-based, globally competitive halal tourism ecosystem to strengthen Indonesia's position Indonesia as a leading global destination for halal and religious tourism.

Keywords: Creative economy, Halal industry, Religious tourism, Indonesia, Global competitiveness

THE ROLE OF SHARIA FINTECH AS A SOLUTION FOR FINANCIAL INCLUSION IN INDONESIA: A LITERATURE REVIEW

Shinta Maharani

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid

Abstract

This study aims to analyze the role of Sharia-based financial technology (fintech) in promoting financial inclusion in Indonesia. The research method used is qualitative with a literature study approach, namely by collecting and analyzing various literature sources such as journal articles, books, and official reports from the OJK and Bank Indonesia. The results of the study show that sharia fintech plays an important role in expanding access to financial services for people who are not yet served by formal financial institutions, particularly through sharia peer-to-peer (P2P) financing platforms, digital payments, and halal crowdfunding. The presence of sharia fintech also supports the application of sharia maqashid principles in the financial sector, namely creating economic justice, transparency, and community empowerment. However, challenges remain in terms of Islamic financial literacy, regulatory oversight, and compliance with Islamic principles. Therefore, synergy between regulators, industry players, and the public is needed so that Islamic fintech can contribute optimally to improving financial inclusion in Indonesia.

Keyword: Sharia Fintech, Financial Inclusion, Islamic Economics, Maqashid Sharia.

THE EFFECT OF DIGITAL FINANCIAL LITERACY ON FINTECH UTILIZATION BY MSMEs IN RURAL AREAS

Sabrina Kharisma SURI

¹University K.H. Abdurrahman Wahid, Faculty of Economic and Business Islamic, Departemen of
Shariah Economic, Pekalongan, Indonesian¹

¹ORCID ID: 0009-0000-3454-6317

ABSTRACT

The development of financial technology (fintech) opens new opportunities for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), especially in rural areas, to access financial services more easily, quickly, and efficiently. Fintech innovations, such as digital wallets, online lending, and application-based payment systems, offer solutions to the constraints of access to conventional financial services that have been a challenge for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). However, the low understanding of fintech mechanisms and the limited level of digital financial literacy among Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) are the main obstacles to optimal utilization of fintech services. Therefore, increasing digital financial literacy is crucial for Micro, Small and Medium Enterprises (MSMEs) to maximize the benefits of financial technology. This study aims to analyze the effect of digital financial literacy on the level of fintech adoption by Micro, Small and Medium Enterprises (MSMEs) in rural areas. This study uses a quantitative approach with data collection methods in the form of questionnaires distributed to Micro, Small and Medium Enterprises (MSMEs) in several villages that have internet access and fintech services. The results showed that digital financial literacy has a positive and significant effect on the utilization of fintech services by Micro, Small and Medium Enterprises (MSMEs). This finding confirms that improving digital financial literacy plays an important role in driving financial transformation in the Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) sector. Thus, cooperation between the government, fintech service providers, and financial institutions is needed to develop sustainable digital financial literacy programs to support the empowerment of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in rural areas.

Key Words: Digital Financial Literacy; Fintech; MSMEs

CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY FOR GLOBAL ECONOMIC INCLUSIVITY IN PEKALONGAN CITY

M. Ariel Ramadhani

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstrack

This study explores the integration of the creative economy and the halal industry as a strategy to strengthen global economic inclusivity, with a focus on Pekalongan City. The analysis highlights the cultural and economic value of batik, Muslim fashion, and halal culinary sectors, which serve as both drivers of local identity and opportunities for global market expansion. Despite this potential, challenges such as limited digital literacy, insufficient access to financing, and fragmented halal certification systems continue to hinder competitiveness. Using a literature review and qualitative descriptive analysis, the study identifies the need for digital transformation, inclusive financing schemes, and harmonized halal standards to enhance the capacity of micro, small, and medium enterprises. The findings emphasize that synergy between creative and halal industries can create a sustainable ecosystem that promotes innovation, inclusiveness, and international recognition while preserving cultural distinctiveness..

Keywords: Creative economy; Halal industry; Global inclusivity.

THE IMPACT OF DIGITAL FINANCIAL LITERACY ON THE USE OF FINTECH SERVICES IN INDONESIA

Rafid Naufal AQIL

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0009-0005-2206-9492

Abstract

The growing adoption of financial technology (fintech) services in Indonesia is closely linked to the level of digital financial literacy among users. This abstract aims to explain how digital financial literacy influences consumer behavior in using fintech platforms. Using a qualitative literature review method, this study draws insights from various academic journals and online publications discussing fintech adoption in Indonesia. The findings show that individuals with higher levels of digital literacy demonstrate more trust and confidence in using fintech applications such as digital payments, peer-to-peer lending, and mobile banking. This relationship also contributes to improved financial inclusion and efficiency in daily transactions. However, limited financial understanding among certain groups, particularly in rural areas, still poses challenges in maximizing fintech potential. Therefore, collaboration between the government, financial institutions, and educational organizations is essential to enhance public awareness and responsible fintech usage. Strengthening literacy is expected to increase user protection, build long-term trust, and promote sustainable digital economic growth in Indonesia.

Keywords: digital literacy, fintech, financial inclusion, consumer behavior, trust

THE ROLE OF DIGITAL ART IN PRESERVING CULTURAL IDENTITY IN THE GLOBAL ERA

Ahadiyah Dwi Risyani

UIN K.H ABDURRAHMAN WAHID PEKALONGAN

Abstract

The development of digital technology has brought significant changes to the way humans interact, create, and express culture. Amidst the growing tide of globalization, digital art has emerged as a new medium capable of bridging tradition and modernity. This study aims to examine the role of digital art in preserving cultural identity in the global era, highlighting how artists use technology to reinterpret local values in a global context. Through a qualitative descriptive approach, this study analyzes various digital artworks that raise cultural themes, whether in visual, multimedia, or interactive forms. The results of the study show that digital art not only functions as a means of aesthetic expression, but also as a tool for cultural preservation and revitalization. Through digital media, cultural values can be adapted into formats that are more accessible to younger generations and the international community. In addition, digital art strengthens intercultural dialogue by introducing local uniqueness in a universal visual language. Thus, digital art plays an important role in maintaining the sustainability of cultural identity amid global homogenization, while creating new space for creative innovation rooted in local wisdom.

Keywords: digital art, cultural identity, globalization, cultural preservation, creative technology

INTERNATIONAL TRADE AND ECONOMIC RESILIENCE: EVALUATING THE IMPACT OF MULTILATERAL AGREEMENTS

Safira Nurul HIDAYAH

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Economics and Islamic Business, Department
of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

ABSTRACT

International trade through multilateral agreements plays an important role in shaping a country's economic resilience, especially for Indonesia, which is actively involved in various global forums. This study analyzes the impact of multilateral agreements on trade stability, investment flows, and Indonesia's ability to cope with global economic dynamics. Through its participation in AFTA, ACFTA, and CEPA, Indonesia seeks to expand market access, increase exports, and strengthen its bargaining position amid international competition. However, this involvement also poses challenges, such as increased imports, competition from foreign products, and pressure on domestic industries that are not yet fully prepared to compete. Findings from various literature indicate that multilateral agreements provide dual benefits, namely encouraging export growth and opening up foreign investment opportunities, particularly from key partner countries such as ASEAN and Japan. However, the level of utilization of these agreements by national business actors is relatively low due to technical barriers, overlapping domestic regulations, and a lack of understanding of global trade mechanisms. In the context of economic resilience, Indonesia's ability to optimize trade agreements is crucial to national resilience against external shocks, such as financial crises and commodity price fluctuations. This study confirms that multilateral agreements are not merely instruments of trade liberalization, but also a strategic foundation for building a resilient, inclusive, and adaptive economy. By strengthening domestic policies, enhancing industrial capacity, and encouraging the private sector to utilize these agreements, Indonesia can maximize the benefits of global integration to achieve long-term economic resilience.

Keywords: International Trade; Multilateral Agreements; Economic Resilience

CREATIVE ECONOMIC TRANSFORMATION IN THE DIGITAL AGE: THE ROLE OF FINTECH AS A DRIVER OF FINANCIAL INNOVATION

MERLINA GUSTIN

Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The development of digital technology has driven fundamental changes in the global economic structure, including in the creative economy sector. Digitalization opens up new opportunities for creative industry players to innovate, expand their market reach, and improve operational efficiency. One of the key elements in this transformation is the role of Financial Technology (Fintech) as a major driver of financial innovation. This article aims to analyze the relationship between the development of fintech and the dynamics of creative economic growth in the digital era, with a focus on its contribution to financial inclusion, transaction efficiency, and technology-based financing. The method used is descriptive qualitative through a review of literature and secondary data from various academic sources, policies, and the latest industry reports. The results of the study show that fintech plays a significant role in expanding access to financing for creative economy actors, especially for micro, small, and medium enterprises (MSMEs) that previously faced capital constraints due to limited access to conventional financial institutions. Through business models such as peer-to-peer lending, crowdfunding, and digital payment systems, fintech provides innovative solutions that accelerate economic turnover and support the growth of creative entrepreneurship. In addition, the integration of financial technology and the creative industry creates a more inclusive, transparent, and adaptive economic ecosystem in response to changes in consumer behavior in the digital era. However, challenges remain in the form of the need for responsive regulations, data security, and adequate digital financial literacy so that the benefits of fintech can be optimally realized. Thus, the synergy between the creative economy and fintech is a strategic factor in building a sustainable, innovative, and competitive Indonesian digital economy on the global stage.

Keywords: creative economy, financial technology, financial innovation, digitalization, financial inclusion

DIGITAL TRANSFORMATION AND ISLAMIC CULTURE: PRESERVING FAITH AND IDENTITY IN THE MODERN ERA

Vina Alviani

Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

Abstract:

The rapid digital transformation of society has brought new dynamics to the expression, preservation, and interpretation of Islamic culture. This study examines how digital platforms, artificial intelligence, and online communities influence the transmission of Islamic values and cultural identity in Muslim societies. Using a qualitative approach, the research focuses on case studies from Indonesia, exploring how digital media can both strengthen and challenge traditional forms of religious and cultural expression. The findings show that while digital technology enhances accessibility to Islamic knowledge and promotes cross-cultural understanding, it also risks superficiality, misinformation, and cultural dilution. To address these challenges, the study proposes a framework for digital ethics and cultural sustainability grounded in Islamic principles such as *adab*, *amanah*, and *wasatiyyah*. This framework encourages responsible innovation that aligns technological advancement with spiritual integrity. The discussion contributes to ongoing debates on how Muslim communities can navigate modernization without compromising their cultural and religious authenticity.

Keywords: Islamic Culture, Digital Transformation, Cultural Identity, Faith, Ethics



THE ROLE OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS IN MANAGERIAL DECISION-MAKING: CONCEPTS AND COMPONENTS

Dina Indah Maulida

UIN Kh Abdurrahman Wahid, Pekalongan, Jawa Tengah

Abstract

In the age of globalization and the advancement of information technology, Sistem informasi Manajemen (SIM) maintains a strategic approach to enhancing the process of developing a decision. This article discusses the fundamentals, key components, and the use of SIM in enhancing managerial function at the operational, tactical, and strategic levels.

Through library research, it is explained how SIM integrates data, technology, processes, and users to produce timely, relevant, and usable information. Additionally, SIM facilitates the process of developing a decision through problem identification, alternative solutions, evaluation, implementation, and maintenance. In addition, this article highlights the need of information quality, user training, and organizational environment in order for SIM to be implemented as efficiently as possible. Understanding everything there is to know about SIM is crucial for increasing organizational productivity and efficiency, whether in business or educational institutions.



REIMAGINING CULTURAL IDENTITY IN THE DIGITAL ERA: NEGOTIATING TRADITION, CREATIVITY, AND GLOBAL INFLUENCE THROUGH ART AND DESIGN

Lintang Trisha ELMAGA¹

¹Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economic, Central Java, Indonesia¹

ORCID ID: 0009-0004-5043-7398

ABSTRACT

In today's hyperconnected world, culture is continuously reshaped by the interaction between tradition, creativity, and technology. This study investigates how digital platforms and global artistic exchanges redefine the meaning of cultural identity in the 21st century. Using a qualitative descriptive approach, it explores the works of artists and designers who reinterpret heritage through innovative visual narratives, virtual spaces, and cross-cultural collaborations. The findings indicate that digital art and design act as powerful tools for both preserving and transforming cultural values, allowing traditions to remain alive in dynamic, global contexts. Furthermore, this paper argues that true cultural sustainability emerges when creativity respects authenticity while embracing technological change. The dialogue between the local and the global, the traditional and the futuristic, shapes a new paradigm of cultural expression one that transcends boundaries and redefines the human experience in the digital era.

Key Words: cultural identity, globalization, digital art, heritage, creativity

THE CREATIVE ECONOMY IN ENHANCING THE ADDED VALUE OF HALAL AGRICULTURAL PRODUCTS IN INDONESIA

Muhammad Hadziq Ulil Abshor

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0009-0008-2495-1739

Abstract

Indonesia possesses vast potential in advancing halal-based agricultural products, driven by its position as the world's most populous Muslim nation and the growing international demand for halal commodities. The creative economy serves as a key driver in enhancing the value of these products through innovation, attractive packaging, distinctive branding, and effective digital marketing strategies. This research adopts a literature review approach by analyzing a range of journals, reports, and regulatory documents to examine how the creative economy contributes to the development of halal agricultural goods. The results show that innovations in post-harvest processing can elevate raw agricultural materials into premium-value products, while creative packaging accompanied by halal certification boosts consumer confidence. In addition, strong halal branding improves product competitiveness in both local and global markets, and digital marketing through e-commerce platforms and social media effectively broadens market reach at minimal cost. However, despite the promising prospects brought by Indonesia's demographic strengths, the rapid expansion of its digital economy, and supportive policy frameworks, several obstacles persist. These include the high expense of halal certification, limited digital literacy, restricted access to financing, and underdeveloped logistics systems, which collectively impede SME growth. Thus, collaboration among government agencies, business players, certification institutions, academia, and entrepreneurial communities is crucial to reinforce the halal economic ecosystem. Ultimately, the creative economy not only enhances the competitiveness of halal agricultural products but also acts as a strategic instrument for Indonesia to strengthen food security, expand export potential, and realize its aspiration toward a Golden Indonesia 2045.

Keywords: *halal agriculture, creative economy, innovation, packaging, branding*

**THE INFLUENCE OF DESIGN INNOVATION AND THE USE OF
ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MATERIALS ON THE SELLING VALUE OF
MUSLIM FASHION PRODUCTS IN THE GLOBAL MARKET IN BATANG**

Muhammad Yusuf Maulana

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0009-0007-9874-521

Abstrack

The Muslim fashion industry in Indonesia, particularly in Batang, has experienced significant growth along with increasing public awareness of sharia-compliant clothing and environmentally friendly products. This study aims to analyze the influence of design innovation and the use of environmentally friendly materials on the selling value of Muslim fashion products in the global market, with a focus on the Rabbani brand. The research method used was descriptive qualitative through literature review, document analysis, and a review of previous research findings. The results show that design innovation encompasses not only aesthetics and global trends but also the integration of sharia values into the production process. Meanwhile, the use of environmentally friendly materials has been shown to increase product appeal, build a positive image, and strengthen global consumer trust in the brand. Overall, the combination of design innovation and the use of sustainable materials can increase the selling value and competitiveness of Indonesian Muslim fashion in the international market

Keywords: design innovation, environmentally friendly materials, Muslim fashion, global market, Rabbani

THE IMPACT OF THE CREATIVE ECONOMY ON IMPROVING PEOPLE'S WELFARE

Diah Qurota A'yun

UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The creative economy has become a key pillar of sustainable economic development, especially in developing countries. This paper examines the impact of the creative economy on improving community well-being, focusing on sectors such as art, design, and information technology. Using qualitative and quantitative approaches, this study collected data from various creative communities in Indonesia. The results indicate that the creative economy not only creates new jobs but also increases community income and strengthens local cultural identity. Furthermore, participation in creative economy activities has been shown to improve skills and knowledge, which in turn contributes to a better overall quality of life. The study concludes that stronger policy support and collaboration between the government, the private sector, and civil society are crucial to fully realizing the potential of the creative economy in achieving better and more sustainable well-being.

"THE ROLE OF FINTECH IN ENHANCING FINANCIAL ACCESS IN DEVELOPING COUNTRIES"

Annisa Hidayah Miladia¹

¹UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economic and Business

ABSTRACT

The rapid advancement of financial technology (fintech) has transformed the global financial landscape, offering innovative solutions to enhance financial inclusion, particularly in developing countries where access to traditional banking services remains limited. This study examines the role of fintech in improving financial access for underserved populations, focusing on its impact on economic empowerment, poverty reduction, and financial literacy. Utilizing a mixed-methods approach, the research combines quantitative data from fintech adoption metrics across selected developing nations with qualitative insights from stakeholder interviews, including fintech providers, policymakers, and end-users. The findings reveal that fintech platforms, such as mobile banking apps, digital wallets, and peer-to-peer lending systems, significantly reduce barriers to financial services by lowering transaction costs and increasing accessibility in remote areas. Furthermore, fintech fosters entrepreneurial activities by providing microfinancing opportunities and enabling seamless cross-border transactions. However, challenges such as regulatory gaps, digital infrastructure limitations, and cybersecurity risks hinder its scalability. The study underscores the importance of tailored regulatory frameworks and public-private partnerships to maximize fintech's potential while addressing these challenges. By bridging the financial access gap, fintech emerges as a critical driver of inclusive economic growth in developing economies. The research contributes to the literature on financial inclusion by providing empirical evidence of fintech's transformative impact and offering policy recommendations to enhance its effectiveness in fostering equitable economic development.

Keywords : Fintech, financial inclusion, developing countries, digital finance, economic empowerment.

CREATIVE ECONOMY OF THE HALAL INDUSTRY: PRODUCT INNOVATION, MAQASHID-BASED BUSINESS MODELS, AND GLOBAL COMPETITIVENESS**Azkiya NAYONG****Abstract**

The halal industry has become a growth engine in the economy, not only fulfilling the consumption needs of Muslims but also opening opportunities for innovation in the broader creative economy. This study analyzes the role of the creative economy in strengthening the ecosystem of the halal industry through three main dimensions: halal product innovation based on Sharia values, the development of sustainable creative business models, and policies and regulations that optimize the integration of the value chain from upstream to downstream. The research approach combines conceptual literature studies on maqashid sharia, muamalah in the digital economy, and creative economy theory, with case analyses of several halal startups, creative MSMEs, and digital marketplace platforms focusing on halal products (food, cosmetics, fashion, and Sharia-compliant services). The results show that the success of the creative economy in the halal industry is determined by companies' ability to define added value in accordance with Sharia principles, build a collaborative ecosystem with related industry players (producers, distributors, retailers, halal certification bodies, and Muslim communities), and leverage technology to enhance transparency, consumer trust, and operational efficiency. This study also identifies key challenges, including varying halal standards across countries, certification costs, and the need for Sharia financial literacy among creative entrepreneurs. Strategic recommendations include strengthening a harmonious regulatory framework, developing Sharia-based learning and financing platforms, and adopting culturally inclusive marketing approaches. These findings can serve as a reference for policymakers, creative entrepreneurs, academics, and investors seeking to harness halal economic opportunities sustainably and inclusively.

CROSS-SECTOR COLLABORATION IN THE IMPLEMENTATION OF EDUCATION AT SMA MUHAMMADIYAH KALOSI

Nur Suqya Rahma¹, Muhlis Madani², Nuryanti Mustari³, Herman⁴

^{1,2,3}Magister of Public Administration, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

⁴English Education Department, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

Abstract

This study examines the implementation of cross-sector collaboration in managing education at SMA Muhammadiyah Kalosi, Alla District, Enrekang Regency, using the theoretical framework *The Design and Implementation of Cross-Sector Collaboration* by Bryson, Crosby, and Stone (2006). The research focuses on five key dimensions: initial conditions, collaborative process, structure and governance, contingencies and constraints, and outcomes and accountability. A qualitative descriptive approach was employed, involving interviews with the vice principal for public relations, the head of the school committee, and a representative from the Enrekang District Education Office, complemented by field observations and document analysis. Data were analyzed using the Miles, Huberman, and Saldaña interactive model, which includes data reduction, data display, and conclusion drawing. The findings indicate that collaboration at SMA Muhammadiyah Kalosi is driven by limited resources and the demand for quality improvement. The process is characterized by intensive communication, clear role distribution, and coordination among stakeholders. The governance structure combines formal and informal mechanisms, although challenges such as financial constraints and unequal participation persist. Despite these barriers, collaboration has improved student enrollment, enhanced school facilities, and strengthened accountability through joint reporting and evaluation. The study concludes that effective cross-sector collaboration in education requires strong institutional foundations, structured governance, and adaptive strategies to overcome constraints. It recommends enhancing resource allocation, deepening stakeholder engagement, and institutionalizing communication mechanisms for sustainable collaboration.

Keywords: Cross-Sector Collaboration, Educational Management, Governance, Stakeholder Participation, Public Accountability

COLLABORATIVE GOVERNANCE FRAMEWORK FOR COMMUNITY-BASED NUTRITION EDUCATION TO REDUCE STUNTING: A MULTI-ACTOR APPROACH IN JENEPONTO REGENCY, INDONESIA

Nuryanti Mustari¹, Diky Chandra², Indri Apriani Nur³, Fatimah Azzahra⁴, Rusli⁵

^{1,2,3,4}Magister of Public Administration, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

⁵Magister of Management, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

Abstract

The stunting crisis in Jeneponto Regency, South Sulawesi, illustrates the complexity of public governance that cannot be addressed by the health sector alone. Conventional top-down interventions have proven ineffective, indicating the need for a collaborative governance model grounded in local participation and cross-sectoral synergy. This study aims to develop a Collaborative Governance Framework for community-based nutrition education by integrating public institutions, civil society, academia, the private sector, and environmental actors. Employing a mixed-methods approach within a Community-Based Participatory Action Research (CBPAR) design, the research involved 100 respondents and 16 key informants. Data were analyzed using NVivo 12 Plus through the Quadruple–Quintuple Helix (QH/QHI) framework to map actor contributions and interactions. Findings reveal that the Health Department serves as the central coordinating actor, while Bappeda and BKKBN strengthen policy planning and integration. However, community and private sector participation remain limited, resulting in fragmented collaboration. The study proposes an Integrated Multi-Actor Action Framework emphasizing three mechanisms: (1) structured dialogue for regular coordination among actors; (2) resource mobilization and sharing through the integration of village funds, local budgets, and CSR; and (3) joint accountability based on locally agreed performance indicators. The findings underscore the need to shift from sectoral interventions toward a community-driven collaborative system. The proposed framework offers a replicable model for resource-limited regions, advancing participatory governance and sustainable nutrition policy at the local level.

Keywords: *Collaborative Governance, Design Model, Stunting Jeneponto*

DENETÇİNİN ROLÜNÜN EVRİMİ: KLASİK DENETİMDEN YAPAY ZEKA SİSTEMLERİNİN DENETİMİNE

Fatine BENKIRANE

Faculty of Legal, Economic, and Social Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

Mohamed AIT OUDRA

Faculty of Legal, Economic, and Social Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

Samir ERRABIH

National School of Business and Management, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

ÖZET

Yapay zekanın organizasyonların karar verme süreçlerine artan şekilde entegrasyonu, denetimin geleneksel görevlerini derinden sarsmaktadır. Yönetimsel kararların otomasyonu, algoritmaların opaklığı ve algoritmik önyargılara bağlı ortaya çıkan riskler karşısında, denetçinin rolü benzeri görülmemiş bir dönüşüm yaşamaktadır. Bu bildiri, denetçi mesleğinin değişimini sorgulamaktadır: klasik muhasebe doğrulama ve uyumluluk pozisyonundan, organizasyonel yönetime entegre edilmiş yapay zeka sistemlerinin eleştirel değerlendiricisi konumuna nasıl geçilir? Araştırmamız, nitel bir yaklaşıma dayanmaktadır ve şunları birleştirmektedir: denetim, yönetim ve yapay zeka etiği alanlarında sistematik bir literatür taraması; çeşitli sektörlerde yapay zeka sistemlerinin değerlendirmesiyle karşı karşıya kalan 25 iç ve dış denetçi ile yarı yapılandırılmış görüşmeler ve gelişmekte olan uluslararası denetim standartlarının analizi. Çalışma ayrıca, yapay zeka yönetişiminin artan gereksinimleri ile denetçilerin mevcut hazırlık durumu arasında endişe verici bir uçurum tespit etmekte ve sürekli eğitim ile mesleki standartların yeniden tanımlanması için acil bir ihtiyacı ortaya koymaktadır. Pratik düzeyde, bu araştırma organizasyonlara dijital dönüşüm karşısında iç denetim fonksiyonlarını yeniden yapılandırmak için operasyonel bir çerçeve sunmaktadır. Ayrıca, yapay zekanın özelliklerini entegre etmek üzere denetim standartlarını ve sertifikasyon programlarını güncelleme gereği konusunda mesleki kuruluşları (IFACI, IIA) uyarmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İç denetim, Yapay zeka, Denetim yetkinlikleri, Dijital dönüşüm, Yapay zeka etiği.

THE EVOLUTION OF THE AUDITOR'S ROLE: FROM TRADITIONAL VERIFICATION TO AI SYSTEMS AUDITING

ABSTRACT

The increasing integration of artificial intelligence in organizational decision-making processes is profoundly disrupting the traditional missions of auditing. Faced with the automation of managerial decisions, the opacity of algorithms, and emerging risks related to algorithmic biases, the auditor's role is undergoing an unprecedented transformation. This paper examines the evolution of the auditing profession: how to transition from a traditional accounting verification and compliance posture to that of a critical evaluator of AI systems integrated into organizational governance? Our research is based on a qualitative approach combining: a systematic review of literature in auditing, management, and AI ethics; semi-structured interviews with 25 internal and external auditors confronted with the evaluation of AI systems in various sectors; and the analysis of emerging international audit frameworks. The study also identifies a concerning gap between the growing requirements of AI governance and the current preparedness of auditors, revealing an urgent need for continuing education and redefinition of professional standards. On a practical level, this research provides organizations with an operational framework to restructure their internal audit functions in the face of digital transformation. It also challenges professional bodies (IFACI, IIA) on the necessity of updating audit standards and certification programs to integrate the specificities of AI.

Keywords: Internal audit, Artificial intelligence, Audit competencies, Digital transformation, AI ethics.

ISSUES AND CHALLENGES OF CORONAVIRUS OUTBREAK IN NIGERIA**Dr Eme, Chukwuemeka G.**Lecturer, Department of Business Administration, National Open University of Nigeria (NOUN),
Abuja, Nigeria.**Dr. Elikwu Michael.**

Lecturer, Department of Business Administration, Baze University Nigeria, Abuja, Nigeria

Abstract

Corona-virus (COVID-19) is an infectious disease caused by a newly discovered corona-virus (WHO, 2020). It rapidly emerged as a global health threat, and on the 30th of January, 2020, was declared to be a public health concern of international magnitude by WHO. Subsequently, the threat was raised to an unprecedented risk level, by its declaration as a pandemic by WHO on the 11th of March, 2020. Therefore, this research article focuses specifically on the outbreak of COVID-19 on Nigeria till date. Its primary aim is to highlight the accompanying reactions, measures, and eminent developments by the Nigerian government in their struggle to curtail the spread, reduce infection rates, and cushion its impact on their economy. The methodology and materials used to carry out this research include extensive literatures, reviewed to reveal a clearer, and a more complete picture on the lapses of the government in their drive to manage the outbreak. It also points to circumstances which may have made it difficult for the government to respond effectively. Another methodology adopted is qualitative research method, where relevant information from various literary sources were extracted, which informed the conclusion of the research. It concludes that although the efforts of the government could be applauded for their swift response, a lot is still left to be desired in the management of the outbreak. The outbreak has exerted intense pressure on the health systems, posed a challenge to the economic structures of the world, and particularly, that of Nigeria, thereby worsening its economic crisis, and exposing its citizens to a retinue of vulnerability as a result of non-existent social support systems.

Key Words: Coronavirus, Economic Impact, Nigeria, Misinformation Healthcare Systems**1.0 Introduction**

The coronavirus outbreak continues to increasingly wreak havoc on the health systems and economies, the world over. With its impact, albeit largely unaccounted for, there is no denying the significant imbalances in response between governments that have fostered fear amongst the populace. As the virus continues its relentless spread, there is an accompanying cascade of casualties. Purveyors of world health systems are contending with a pandemic of unprecedented levels. The crisis is unassuming, and the world is reeling from a common fear. The interventions at best at these times are to mitigate the spread by flattening the curve, with the hope that the

mortality rate can remain at a manageable rate. This is particularly of importance to African countries, whose health systems are significantly sub-par in comparison to any other continent in the world, with a disproportionate ration of hospital beds, intensive care units (ICU) and health professionals to its population (Economic Commission for Africa 2020).

The recently emerged novel coronavirus, ‘‘severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-Cov-2) caused by a highly contagious disease called coronavirus disease 2019 (COVID-19) was first reported from Wuhan city in China in December, 2019, which in less than three months spread throughout the globe and was declared a global pandemic by the World Health Organization (WHO) on 11th March, 2020. So far, the ongoing pandemic severely damaged the world’s most developed countries and is becoming a major threat for low and middle-income countries. The poorest continent, Africa, especially Nigeria with the most vulnerable populations to infectious diseases, is predicted to be significantly affected by the ongoing COVID-19 outbreak.

The coronavirus disease (COVID 19) caused by Corona virus, belongs to a family of RNA viruses that manifest various symptoms such as fever, breathing difficulty, sore throat, sneezing, dry or prolonged cough, general weakness, pain and other mild respiratory disease in humans. The WHO affirmed that the outbreak of the coronavirus epidemic at that time was associated with the Human South China Seafood Marketplace, however, no specific animal was linked to the outbreak. Adhikari et al. (2020) reported that the spread of the virus throughout China during the Chinese New Year, was attributed to a high level of migration among Chinese people during that festive period. The first genome of COVID-19 was published on 10 January, 2020 by the research team led by Prof. Yong-Zhen Zhang. So far, there are over 1000 COVID-19 genomes that have been published worldwide, including the first whole genome sequencing of COVID-19 in Africa from the index case in Nigeria. These sequencing has resulted in the identification of different strains of SARS-CoV-2 in circulation. However, while it is still too early to infer susceptible populations, it has been documented that observation from the early disease pattern demonstrated pandemic trend similar to Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) and Middle East respiratory syndrome (MERS) coronavirus.

Demographics of the pandemics seem to be associated with age, biological sex, and other underlying health conditions that may serve as catalyst to the coronavirus disease.

2.0 Literature Review

The emergence of the SARS-COV-2, indeed raise a lot of preliminary concerns for health authorities, institutions, and governments within and outside China as well, due to uncertainties

in determining its severity spectrum (Walker and Whittaker (2020), transmissibility infection (Zhang et al., 2020), amongst others. The World Health Organization (WHO) monitored the developments, and with the same level of apprehension and abundance of caution, declared the Chinese outbreak of COVID-19 to be a Public Health Emergency of international concern on the 30th of January, 2020 (Sohrabia et al., 2020). It asserted that the risk the outbreak possessed is particularly troubling, foremost on their mind being the danger it posed to countries with vulnerable health systems. If the HINI pandemic was anything to go by, the gap in information and assumed adverse impact on the economic activities -with the downsizing of economic activities – was another troubling aspect that pointed to the real sense of fear that enveloped countries as understanding was sought.

There was an immense burden on the World Health Organization to increase the warning signal of the outbreak to that of a Pandemic level, for several reasons, such as to improve the preparedness of governments around the world and also, to effectively reflect the prevailing severity of the outbreak. This was immediately met with resistance by the World Health Organization. With Green, (2020) arguing that their reluctance could have stemmed from their beliefs that, if it is declared a pandemic, it may convey a message to the public that the authorities have lost control, thereby generating irrational panic reactions. Accordingly, (Annalies, Wilder-Smit, 2020), a professor of emerging infectious disease at the London School of Hygiene and Tropical Medicine in Spinney, opined that after WHO was criticized for declaring a pandemic too early during the 2009 swine flu pandemic, it has been careful not to make the same mistake again. The WHO had during the HINI swine flu declared a pandemic, which was criticized because it was believed that the severity didn't mean much the effects, leading governments to mount large and costly responses to the HINI influence. While, (Doshi, 2011), stockpile vaccines which were unused, with the World Bank estimating that an excess of \$4 billion was spent for its preparedness plans and response (Spinney, 2020).

By taking into cognizance the 13-fold increase in the number of cases, an alarming level of spread and severity, in addition to the considerable level of inactions, on 11th March, the director-general of the World Health Organization (WHO), Tedros Adhanon Ghebreyesus, pronounced that the COVID-19 outbreak can be characterized as a pandemic (World Health Organization, 2020). What was to follow were guidelines on preparedness and response, as well as advice and recommendations for the citizenry. One of the primary significance of raising the degree of the outbreak to that of a pandemic was to avoid complacency on the part of national governments, induce preparedness, and facilitate cooperation that will help in the development

of a common strategy in combating the outbreak. Meanwhile, policy-makers were confronted with a delicate issue on the objective of mitigation – in order to avoid an epidemic peak that could overwhelm health-care services, keeping the effects on the economy within manageable levels, and flattening the epidemic curve (Anderson, et al., 2020).

As World Bank (2020) argues, COVID-19 will take an especially heavy humanitarian and economic toll on emerging markets and developing economies with large informal sectors. And with the informal sector in Nigeria employing over 48 million Nigerians (Yusuf, 2014), in addition to the constant weak growths experienced in the Nigerian economy, the effect of the pandemic is expected to be staggering (Dauda et al., 2020) debilitating and long-lasting. This is due to weak institutions that are ineffective in responding to the pandemic, lack of social welfare programs that would have catered for the world economy.

Perhaps cognizant of the derelict state of the health-care system, while many countries were still dismissing the emerging outbreak, the African Union acted swiftly (The Lancet Editorial, 2020). Firstly, they partnered with WHO and the African Centres for Disease Control and Prevention (Africa CDC) to establish the African Taskforce for Coronavirus Preparedness and Response (AFTCOR), to develop a common strategy that will allow for effective coordination, collaboration, and communication, between member states (Nkengasong, 2020). This partnership ensured the presence of improved surveillance systems, the introduction of screenings at points of entry and cross-border activities, as well as other broad measures that could assist in the control of COVID-19 (Makoni, 2020). The strategies employed in conjunction with WHO fostered a state of heightened alert across Africa which contributed tremendously in prolonging the containment phase of COVID-19 in many African countries (Ihekweazu and Agogo, 2020).

In Nigeria, as with the rest of several countries in the continent, there were a plethora of issues that threatened to work against our response strategy, undermine our capacity to deal with the outbreak, reduce public cooperation, as well as increase our mortality rates.

Despite Nigeria's strategic position in Africa, the country is greatly underserved in the healthcare sphere (Welcome, 2011). Consequently, as an important element of National security, public health not only functions to provide adequate medical care but also, could serve as part of a system that can facilitate the tackling, monitoring, and control of disease outbreak. With the country still recording less than 50% access to safe water and sanitary means of excreta disposal according to (Nwankwoala, 2011), poor housing conditions (2010) – due to the risk of getting sick from tight living quarters being compounded – and ranked amongst countries with

the lowest Human Development Index (Sowunmi, et al., 2012) – the prevalence of poverty – all points to circumstances that could make Nigeria more adversely affected than in other parts of the African continent and inadvertently create a breeding ground for COVID-19 to thrive. In order to continue to curb inter-State transfer of the COVID-19 pandemic, the Nigeria governor's forum announced inter-state lockdown, a move that was commendable. As part of curbing the spread of the pandemic the government declared closure of primary, secondary schools and tertiary institutions and reducing number of individuals at different gatherings to not more than 50 persons and later reduced to 20 and currently not more than 10 persons. The gathering includes places of worships, open markets, clubs, gym, saloon, while civil servants on levels 1 to 15 specifically in Lagos State were asked to stay at home. The proactive measures put in place as a stimulus for the less privilege persons witnessed a lot of criticisms by many Nigerians, as it was poorly coordinated, and mismanaged. The situation attracted revolts by many as lack of food would not let them stay at home. Reaction of these citizens prompted announcement of relaxation or ease of lockdown by Federal government from Monday the 4th of May – a move that was considered disastrous amidst the rising number of community spread of COVID-19 cases in Nigeria. The demographics of the coronavirus disease in Nigeria as reported by the National Centre for Disease Control (NCDC) revealed that of 4151 confirmed cases, 2828 (68%) were male and 1323 (32%) were female subjects. The most affected age group is between 31 – 40 years (24%), total number of people of interest are 9305 with 9201 (99.8%-exceeded follow up). The number of people with travel history – 210 (5%), cataracts, 947 (23%), without epidemiologic link, 2618 (63%), incomplete information, 376 (9%). The 63% of the total confirmed cases without epidemiological link recorded is an indication of community spread of COVID-19 across the country.

2.1 Challenges, Myths and Intrigues of COVID-19 in Nigeria

Some of the challenges in Nigeria at the onset of the pandemic were the problem of contact tracing due to false or wrong contact addresses given by people who came in from Europe and other parts of the world. There were also handful of COVID-19 patients who ran away from isolation centres in States like Delta, Oyo, Sokoto and Kano. This further puts the State COVID-19 taskforce to commence and intensify contact tracing and immediate decontamination (Punch news, May 5, 2020).

The fallacy by most Nigerians that COVID-19 was strictly associated with the rich ab initio and that, it was brought in from Europe, America, UK etc. by the privileged people and politicians a challenge in the community spread of the disease. The limited knowledge of the transmission

of coronavirus disease among the general public remains a huge challenge. Furthermore, the distrust of Nigerian citizens towards the government was another factor responsible for the increase in the community spread of COVID-19. Another school of thought was that the COVID-19 pandemic was a ‘‘phony’’ issue, as most Nigerians assume it is another avenue for the politicians to embezzle public fund or the tax payer’s money. The protest stage by confirmed COVID-19 patient to the street at the Kwadon isolation centre in Gombe State over abandonment by the government of the State with no medical personnel, no treatment facilities and a poor meal has been identified as another setback for curtailing community spread. Unfortunately, other people living within the environment that were not part of the isolated COVID-19 patients joined in solidarity protest. The protesters were not using face masks, the social distance warning was not observed and some engaged in sharing of used face masks, resulting in increasing risk of COVID-19 spread.

Nigeria being a secular nation with multi-regions settings, the closure of places of worship to curtail the spread of COVID-19 was seen by religious organizations as means of depriving them of their freedom of worship. This was flagrant violation of government order on rampage, when the Law enforcement agency disrupted their Jumat (Friday) service. In another development, there was a serious misconception by some Christian folks that COVID-19 is genetically engineered to drive in the Anti-Christ. Some are of the opinion that the pandemic will enable the agents of Anti-Christ to produce vaccine that contain microchips. These chips will serve as a means of identity (mark of the beast in the book of Revelation), and at a later date will be used for buying and selling. This microchip was also tied to the current 5G network (been promoted across the world by Huawei Technology, China), as the required network for the function of the microchips that will be incorporated into the vaccine.

The refusal of government to go against the ethics of medical profession by not showing on National television, people diagnosed with COVID-19 or those evacuated or shown in their isolation wards during treatment prior their recovery and discharge from the hospital as seen from footages or videos in electronic and social media from other countries around the globe, arose disbelieve of many Nigerians about the true incidence of the COVID-19 figures that are being announced daily.

The fears pf most Nigerians as regards the actual figure of the COVID-19 positive cases as announced by the NCDC was a typical example of the drama played by the incidence in Dar es Salaam, Tanzania as reported by Voice of America (VOA). In that country, the Coronavirus test kits used were described as faulty by President John Magufuli on 2nd of May, 2020, this

was because positive results were said to have returned from Tanzania's laboratory test, on random samples taken from several non-human samples, including samples from pawpaw, goat and sheep that were deliberately assigned human names and ages with unhuman origin. As the news from Tanzania ravaged the entire social media, this scenario further added to the misconceptions of some Nigerians that the news of the COVID-19 remains a farce.

2.2 Control Measures on COVID-19 Pandemic

The government, corporate bodies, philanthropists have been supportive in the fight against COVID-19 transmission via telecast, jingles, adverts, billboards, fliers, posters across Nigeria. The Federal Ministry of Health and the Nigerian Centre for Disease Control (NCDC) worked assiduously to put in place some certain control measures and made (guidelines) for prevention of COVID-19. These measures include:

1. Washing of hands with soap and running up water for at least 20 seconds after being in a public place or frequently clean hands by using alcohol-based hand rub;
2. If soap and water are not immediately available, use an alcohol-base hand sanitizer that contains at least 60-70% alcohol;
3. Use 10 ml of Dettol plus 1 ml of sodium hypochloride (bleach) in 100 ml of clean water to decontaminate surfaces;
4. Avoid touching nose, eyes and mouth and unwashed hands;
5. Avoid close contact with anyone who has a fever and cough or who is sick;
6. Create a social distance (2-meter gap) between oneself and others as community transmission is fast.

3.0 Socio-economic Impacts of COVID-19 on Nigeria

Governments all over the world face formidable challenges as the pandemic effectively cancels out the economic successes they had recorded so far before the outbreak. No country is spared in the challenges it poses – with governments left to reckon with its devastating effects, whilst others are scrambling to save the little that is left of their economies by guarding against their total annihilation, through proactive measures.

It is reported by World Bank, (2020) that the swift and massive shock of the coronavirus pandemic and shutdown measures to contain it, will lead to steep recession in many countries. It predicted that the global economy will shrink by 5.2% this year representing the deepest recession since the Second World War. Nigeria in particular is on track to face the worst recession in four decades (Nigeria Development Update, 2020). With a lot of economic uncertainties about the depth and duration of the global recession, there is a renewed effort to

formulate an extraordinary policy response to enliven economic activities, provide the financial resources necessary to protect the most vulnerable, and avoid near collapse of the financial sector.

As World Bank, (2020) argues, COVID-19 will take an especially heavy humanitarian and economic toll on emerging markets and developing economies with large informal sectors. And with the informal sector in Nigeria employing over 48 million Nigerians (Yusuf, 2014), in addition to the constant weak growths experienced in the Nigerian economy, the effect of the pandemic is expected to be staggering (Dauda et al., 2020) debilitating and long-lasting. This is due to weak institutions that are ineffective in responding to the pandemic, lack of social welfare programs that would have catered for poor and vulnerable citizens affected by the crisis, global decline in oil prices, combined with the low demand for oil products in international markets (Ozili and Arun, 2020). The monolithic nature of the Nigerian economy relies on crude oil as a major source of government revenue and foreign exchange (Oladipo and Fabayo, 2012), thus potentially exacerbating the extent of the economic crisis occasioned by the disease outbreak.

Nigeria has to contend with a sharp reduction in GDP, which amounts to approximately USD 16 billion in cost, and represents a 34.1 percent loss, with two-thirds of the losses coming from the services sector (Andam et al., 2020). Expectedly, there would be an upsurge in unemployment with Lagos Chamber of Commerce and Industry, predicting that the unemployment rate may hit a staggering 40-45 percent by the end of the year (2020). As a country with a weak and almost non-existent social safety net program, which could have assisted the vulnerable and poor in the country to cope with the economic hardship, it is estimated that there will be a temporary increase in the national poverty rate, with 27 million more people falling into poverty, as a result of COVID-19 crisis are expected to be in urban areas (Nigeria Development Update, 2020). For the average Nigerian (Dauda et al., 2020) asserts that their income will decline significantly for almost half of the households, with the cost of food and other basic needs increasing significantly.

4.0 Conclusion and Recommendations

As the literature reviews above highlighted, Nigeria faces internal headwinds, and a mounting problem occasioned by the prevalence of the pandemic. This is further worsened by a high debt to GDP levels, fiscal deficits, in addition to longstanding shortfalls in governance, human capital development, infrastructure and public service, and fiscal buffers.

The economic assessment demonstrates dire disruptions which could be severe and protracted because of the country's growth driver being the informal sector, are at risk of financial exclusion. They face an unprecedented survival tremor, without any foreseeable relief. Due to the nature of events, an unprecedented policy instrument needs to be formulated to cushion the shock and limit the harm to these individuals. The government must do whatever is necessary to guarantee some form of financial relief to them, which could in turn support the economy in business creation, and poverty eradication.

Consequently, resources have become scarce, and its limitation will interrupt continuous financial support to some sectors of the economy. Therefore, it is incumbent upon the Nigerian government to tighten fiscal coordination across all three tiers of government, to ensure prudent use of resources. They should also focus on comprehensive reforms if they are to stand any chance of reducing the adverse impact on the long-term growth prospect. These reforms should be concentrated in critical areas such as education, public health, social welfare services, environment as well as sanitation.

Finally, even though the collective efforts of NCDC, the Federal Ministry of Health, the state health authorities, and other stakeholders leading the efforts against COVID-19 have recorded high effectiveness across the country (Oyeniran and Chiah, 2020), there still exist some significant imbalances between the actions and objectives of the NCDC. And if the circumstances that have been discussed aren't properly addressed, it could undermine the effort of Nigeria to curb the further transmission of COVID-19, and in a worst-case scenario, lead to an existential crisis of disproportional magnitude.

References

- Abdulazeez, A. (2020)** More Preparedness in Coronavirus Disease-2019 (COVID-19) in Nigeria. *Pan African Journal of Life Sciences*, 4, 200-203.
- Adepoju, P. (2020)** Nigeria responds to COVID-19; first case detected in sub-Saharan Africa. *Nature Medicine*, 26, 444-448.
- Adhikari, S. P., Meng, S., Wu, Y. P., Wang, Q. Z., Sun, C., Sylvia, S., Rozelle, S., Raat, H. and Zhou, H. (2020)** Epidemiology, Causes, Clinical Manifestation and Diagnosis, Prevention and Control of Coronavirus Disease (COVID-19) during the Early Outbreak Period: A Scoping Review. *Infectious Disease of Poverty*, 9, Article No. 29.
- Andam, K. S., Edah, H., Oboh, V., Pauw, K. (2020)** Estimating the economic costs of COVID-19 in Nigeria, Washington DC. International Food Policy Research Institute.
- Antimicrobial Stewardship during COVID-19** <https://aimed.net.au/2020/06/11/antimicrobial-stewardship-during-covid-19/>
- Dauda, R. O., Oludiran, A., Iwegbu, O., and Popogbo, O. O. (2020)**, June 5). SSRN . Retrieved from SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3620096>.
- Doshi, P. (2011, January 13)**. World Health Organization, doi: 10.2471/BLT.11.086173
- European Centre for Disease Prevention and Control (2020)** Situation Update Worldwide, as of 30 April 2020.
- NCDC (2020)** COVID-19 Outbreak in Nigeria Situation Report.



NCDC (2020) COVID-19 Situation Report 24.

NCDC (2020) COVID-19 Situation Report 71.

NCDC (2020) Guideline for Employers and Businesses in Nigeria

Ozili, P., and Arun, T. (2020, March 22) SSRN. Doi:DOL: 10.2139/ssrn.3562570this

Ruth, M. (2020) Africa Braces for Coronavirus but Slowly, the New York Times.

WHO (2020) Statement of the Second Meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee Regarding the Outbreak of Novel Coronavirus (2019-nCoV) 2020.

WHO (2020) Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Situation Report-73.

World Health Organizational Regional Office Africa (2020) COVID-19 WHO Africa Update 30 April, 2020.

Yusuf, K. S. (2020). The Economic and Social Costs of COVID-19. Journal of Economic Development, 3, 231-245.

**STAKEHOLDER ANALYSIS AS A MEDIUM TO AID CHANGE IN THE
MANUFACTURING SECTOR
AND ENHANCE FIRM PERFORMANCE IN NIGERIA**

DR. CHUKWUEMEKA G. EME (Ph. D)

Lecturer, Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences,
National Open University of Nigeria (NOUN), Jabi – Abuja

Abstract

The importance of involving stakeholders within a change process is well recognized, and successfully managed change is equally important. Good corporate governance helps to ensure that corporations take into account the interests of a wide range of constituencies, as well as of the communities within which they operate, and that their boards are accountable to the company and the shareholders. This, in turn, helps to assure that corporations operate for the benefit of society as a whole. The growing popularity of stakeholder analysis reflects an increasing recognition of how the characteristics of stakeholders – individuals, groups and organizations - influence decision-making processes. This paper reviews the origins, and uses of stakeholder analysis, as described in the manufacturing sector of Nigeria's economy. Stakeholder analysis can be used to generate knowledge about the relevant actors so as to understand their behavior, intentions, interrelations, agendas, interests, and the influence or resources they have brought – or could bring – to bear on decision-making processes. This information can then be used to develop strategies for managing these stakeholders, to facilitate the implementation of specific decisions or organizational objectives or to understand the policy context and assess the feasibility of future policy directions. Policy development is a complex process which frequently takes place in an unstable and rapidly changing context, subject to unpredictable internal and external factors. As a cross-sectional view of an evolving picture, the utility of stakeholder analysis for predicting and managing the future is time-limited and it should be complimented by other policy analysis approaches.

Key Words: Change Management, Stakeholder Analysis, Good Corporate Governance, Stakeholders (employees, customers, shareholders, suppliers, creditors, government, the community/society etc.), Resistance to change

1. Introduction

With the ever-increasing rate of change the pressure continues to increase, for quicker and more effective organizational change. For society at large, and organizations in particular, the magnitude, speed, impact, and especially the unpredictability of change, are greater than ever before (Burnes, 2009, Foley and Zahner, 2009, Helms Mills et al., 2009, By, Todnem, 2005). But, there seems to be a general consensus between practitioners and scholars that few

organizations are successful when trying to implement change (Hallencreutz and Turner, 2011). There is a plethora of information, advice and assistance that organizations can and do call upon in planning and executing change, and yet, they still fail (Burnes, 2009). Better Change Management is in great need (Senior and Swailes, 2010). What is better could be discussed. One way of assessing the success of change would be to look at its effects on all stakeholders. Within the organizational environment, public and private sector managers are burdened with the demand for efficiency and economy from budgetary pressures (Aldermaan et al., 2001), and managers face constant pressure to efficiently use resources, save time, and ensure long-term effectiveness (Armstrong, 2010). As such, specific alterations to policy and procedures can compel change or it can be the result of external pressure (e.g. government legislation, technological advances) (Chinonye, 2012). Change can therefore be viewed as a necessary process with wide reaching effects.

Companies of today face multiple requirements that have caused a shift from shareholder focus to a more balanced stakeholder focus. Foley (2005) proposes that the contemporary business enterprise can be better understood and managed by the use of a business model that has a stakeholder rather than a competitor perspective. Stakeholders to be considered could be customers, employees, shareholders, suppliers, government, local community and the bio-physical environment (Foley and Zahner, 2009). It might therefore be argued that the level of Change Management success is measured by looking at the outcomes for all stakeholders.

The Japan oriented quality movement has a long and complex history. Its evolution from the industrial revolution to present day has been interpreted in many different ways and stages, from Quality Control to Company Wide Quality Control and to Total Quality Management (TQM). Different aspects of quality management have been thoroughly covered in the literature, see for instance Feigenbaum (1951), Deming (1986, 1993), Juran (1993), Qakland (1999), Foley (2005), Bergman and Klefsjo (2010). Bergquist et al. (2018) and Foley and Zahner (2009). In the early 80s and 90s, the quality movement, with its focus on customer satisfaction, was largely seen as the solution for effective change. Over the last decade, change programs have shifted from TQM and Business Excellence models to Six Sigma improvement and Lean Management in parallel with behaviorally oriented change approaches with focus on ‘‘the people side of change’’ such as leadership and culture. Two major approaches for organizational change can be seen in the literature, the planned and the organic approach to change (Hallencreutz, 2009). One could ask if in the development of change management competence old knowledge becomes obsolete or if old habits resurface under other names. The

Toyota Production System (TPS) started in the 1950s and was then made known as Lean Production by Wormack et al (1990) in their book based on a five year MIT study on the global automotive industry. Since then, there has been Lean Thinking, Lean Management and now mostly Lean. Since the ingredients of TPS have been used as the input for TQM, and vice versa, we could suspect that some of the old truths are reused and presented in a new packaging.

Findings from previous studies (Turner et al, 2009, Hallencreutz and Turner, 2011) found no coherent models and definitions of evidence based change management practices to be found in the literature. There does not appear to be one agreed best way to implement concepts such as TQM, Six Sigma or Lean. Additionally, there does not seem to be any clear taxonomy that relates different improvement approaches within the larger context of change management. There does not even seem to be an agreement if the quality movement really is a part of change management. As a first step for better understanding how to describe the theory of change it would be of interest to create a taxonomy of change in which different approaches may be related. In order to better understand organizational change and change management we need models that identify critical elements in an organization that affect the result of a change initiative. According to Andersen (1998) a model is a set of relating concepts, describing a phenomenon in a simplified manner. As such, an organizational change model may aid in the understanding why change occurs, how it will occur and what will occur (Kezar, 2001). In our view, such a model might be able to facilitate the analysis of organizations as a means to identify elements that need to be changed or considered when change is carried out. This would be of help in adapting the change initiative to the needs. With a starting point in stakeholder needs for change it should be possible to organize, categorize and assess the relevance of different improvement approaches. In this paper we carry out a first iteration to see how change management taxonomy could be created that includes elements from both general change management and Total Quality Management. The purpose is also to define further areas of research.

1.1 Statement of the Problem

Organizations operate in an open system whereby they are affected and affect other stakeholders. According to the open systems theory, the relationship that exists in the system advances depending on new requirements and challenges that appear in the current changing and competitive operating environment. (Donaldson, 2007). The magnitude, speed, unpredictability and impact of change in the external environment are greater than ever before and protected markets are opening up to fierce competition thus public and private, large and

small markets have suddenly felt the urge to improve their products and services to meet world standards and customer expectation while local markets are becoming global markets (O'Neil, 2009). There are various issues that affect the successful implementation of strategic changes in an organization, and key among them is stakeholder cooperation and support for change initiatives (Rajeskar, 2014). According to Njenga (2014), the degree of involvement of stakeholders in the strategy formulation and implementation process is a key factor in the modern day strategic management process. In managing change, the top management should be in the forefront, but since they cannot do this alone, they should therefore acknowledge that the roles stakeholders play by analyzing their potential value (Masau, 2011). In the formulation and implementation of strategy, stakeholders assist management to develop strategic thinking approaches and to fit in the emergent aspects of the modern strategy making within their industry contexts. Macharia (2011) highlights that successful stakeholder involvement in an organization, results in encouragement of partnership, collaborative problem solving and broader support for decisions which leads to successful implementation of strategies hence attainment of goals. It is on the above premise that this study seeks to examine stakeholder analysis as a medium to aid change in the manufacturing sector firm performance in Nigeria.

1.2 Objectives of the Study

The general objective of this study is to examine the role of stakeholders in the implementation of strategic change in the Nigerian manufacturing sector. The specific objectives were to:

- i. establish the role of customers' influence on the implementation of strategic change in selected manufacturing firms in Nigeria;
- ii. determine the role of regulator's influence on the implementation of strategic change in selected manufacturing firms in Nigeria;
- iii. examine the role of employees' influence on the implementation of strategic change in selected manufacturing firms in Nigeria;
- iv. determine the role of shareholders' influence on the implementation of strategic change in selected manufacturing firms in Nigeria.

2.0 Literature Review

2.1 Conceptual Framework

2.1.1 Stakeholder Concept

The world is undergoing revolutionary changes from accelerating products innovation and technological changes to the increase of global market competitions; therefore, organizations need to have highly committed and talented core employees to sustain in this highly competitive

and fast changing technology markets. The ability of the organization to retain highly committed talented employees is critical to the productivity, production quality and organizational performance (Nehmeh, 2009). However, with the recent global economy slowdown, uncertain and weak demand environment continues to negatively influence organizations' performance.

The importance of scientific stakeholder analysis is unquestionable because of many scientific researches in this area – the stakeholders do not lose their importance for many years. Proceedings of the first scientists are still talking points nowadays. Although the importance of stakeholders is sufficiently broad to analyze, there is a lack of detailed stakeholder analysis for corporate reputation.

Many researchers provide a relatively narrow view to corporate reputation as a result of interaction between stakeholders and organization. However (Roberts & Dowling, 2012; Helm, 2007; Puncheva, 2008; Omar, 2009; Simo et al., 2010; Peloza et al., 2012) treat corporate reputation as a result of interaction between stakeholders and organization. Capriotti (2009) states that corporate reputation depends on how stakeholders value the organization. Consequently, policy and decisions between the organization and stakeholders is mutually important in the context of benefit and harm or rights and obligations (Neville et al., 2005). It is also observed that stakeholders make greater impact on the organization than the organization can make on stakeholders. Furthermore, it was revealed that the importance of different stakeholders in different organizations is not equivalent. According to Walker & Dyck (2004), it is supposed that the importance of stakeholders is unequal because of the different stakeholders that are differently defined for their importance on the organization and its reputation.

There have been found two terms in the scientific literature - stakeholders and stakeholder groups, however both concepts are used as synonyms. Scientists have made a major contribution to the practical interpretation of this concept, but most scientists to this day still certainly support the first stakeholder definition of Freeman (1984) as ‘‘any group or individual who can affect or is affected by the achievement of the organization’s objectives’’ (Freeman, 1984, p. 46). Bryson (2004) argues that stakeholders are usually defined by two opposite criterion; some scientists argue that stakeholders must have the power to directly affect the future of organization – if not, they could not be considered as stakeholders. Another group of scientists argue that the stakeholders are formally powerless to affect the future of organization.

Despite the fact there are many different definitions with similar meanings, an overview of different sources suggest that Freeman's 1984 definition could be considered as one of the best, which concisely and accurately identifies the relationship between the organization and stakeholders, based on the power dependence. With reference to this scientist, the stakeholders could be treated as groups or individuals, who can influence or be influenced by the purposes of organizations. Despite the mutual influence between the organization and stakeholders, it is proposed that stakeholders may have a greater impact on the organization because of a major power. According to this theoretical background, it can be summarized that stakeholders are very important to the organization and to corporate reputation. Therefore, the importance of stakeholders to the organization is presented in the next section.

2.1.2 The Importance of Stakeholder Reputation

The analysis to stakeholder importance to organizations revealed that it is profitable for organizations to maintain relationships with stakeholders for one main source – resources which are necessary for organizations. A review of Post et al., 2002; Neville et al., 2005; Huang & Garner, 2007; Wolf, 2014 and the resource dependency theory enables us to state that the relationship between stakeholders and organization are based on the dependency on certain resources, which are vital to organizations and their loss 'may place its survival in jeopardy' (Neville et al., 2005, p. 1187).

The influence of stakeholders on organizations comes through the use of power (Mitchell et al., 1997, Casciaro & Piskorski, 2005, Neville et al., 2005) or under pressure (Post et al., 2002). The power is treated as a privilege to control stakeholder resources (Post et al., 2002). The dependence on resources puts organizations in a relatively weaker position in regard to stakeholders (Neville et al., 2005). In order to avoid this, the fundamental resource for organization is to reduce the dependency on resources, increasing the possibility to dispose of its own resources (Wolf, 2014). Although many scientists analyze the techniques in which the organizations can reduce its dependence on the resources, it will not be widely discussed in this paper.

Despite the direct impact on the organization, stakeholders also have an indirect impact on the organization, i.e. on the ground of corporate reputation. The interrelationship between stakeholders and the organization is apparent – based on homogeneous definition of corporate reputation. The analysis of the corporate reputation concept has revealed that corporate reputation is generally treated as a result of the interaction between stakeholders and the

organization (Roberts & Dowling, 2002; Helm, 2007; Puncheva, 2008; Omar, 2009; Siano et al., 2010; Peloza et al., 2012). Many scientists analyzed the importance of stakeholders for corporate reputation on the ground of this interrelationship (Neville et al., 2005; Hillenbrand & Money, 2017; Gregory, 2007; Capriotti, 2009; Dickinson – Delaporte et al., 2010; Krstic, 2014; Walker & Dyck, 2014).

The insights of the under-mentioned scientists suggest that the organization is able to secure not only a good organizational performance but also a high corporate reputation with respect to the relationships with stakeholders. Neville et al., (2005) made an assumption that the stakeholders have an impact both on the financial performance and on corporate reputation when the organization is dependent on stakeholders. The stakeholders possess the resources that are necessary for the organization. Krstic (2014) argued that the interrelationship between stakeholders and the organization has not only a positive but also a negative expression in terms of profit, persistence, relationship and corporate reputation. There is a threat against corporate reputation when the relationships between stakeholders and the organization are one-sided, unsupported with responsibility, transparency and accountability. A collaboration between stakeholders and the organization enables the organization to reduce the reputational risk, to increase the availability of resources, to solve the arising problems, to achieve the organizational goals, to facilitate products and services (Krstic, 2014). In order to secure a strong reputation, the organization must be able to engage in subtle relationships and to manage a feedback between the organization and stakeholders (Dickinson – Delaporte et al., 2010) on the ground of a two-way communication (Krstic, 2014). Long-term commitments between the organization and stakeholders can ensure the efficiency of a performance, even when a crisis strikes (Dickinson – Delaporte et al., 2010). Hillenbrand & Money (2007) substantiated that a long-term business success depends on the responsible relationships between the organization and stakeholders. Responsibility in the relationships determines the future reputation. These results are well compared to Capriotti (2009), who revealed that responsibility and transparency in the media have a positive impact on a stakeholder assessment of the organization. The author also argued that organizations that are appreciable by stakeholders, achieve a higher corporate reputation.

It was observed that the recent scientists treat the stakeholders differently, according to the stakeholder importance to the organization. Nevertheless, scientists do not define which stakeholders should be considered as the most or the least important. However, it is necessary to review the stakeholder groups found in the scientific literature and to prioritize the

stakeholders by their importance to the organization. The stakeholder grouping can help to reveal which stakeholders are the most important to the organization. Stakeholder groups are discussed in the next section.

2.1.3 Stakeholder Groups, Found in the Scientific Literature

Many scientists speak up for the necessity to identify and analyze the stakeholders for organizations. They argue that the effective relationship management between organization and stakeholders ensure the success to organization and the satisfaction to stakeholders (Bryson, 2004). However, the review of the scientific literature confirms that there is no single construct that allows the identification of stakeholders in general – the stakeholders vary, depending on the industry, organization, geographic situation and specific problem (Mitchell et al, 1997; Bailur, 2006; Gil-Lafuente & Paula, 2013). There is a widely usable stakeholder model of Donaldson & Preston (1995) in the scientific literature. It reflects that all stakeholders are equally important in the relationship with organization – neither of stakeholders is preminent. Although this model includes the all key stakeholders – the investors, political groups, customers, the public, employees, trade associations, suppliers and the government, however, scientists propose more different stakeholders, which may be interested in the organization – there are critics, non-governmental organizations (Dickinson – Delaporte et al., 2010; Sontaite, 2011; Gil-Lafuente & Paula, 2013), the media (Neville et al., 2005; Fiedler& Kirchgeorg, 2007, Dickinson-Selaportet et al., 2010, Sontaite, 2011, Florea & Florea, 2013), local environment (Neville et al., 2005), the board of directors (Florea & Florea, 2013), owners, competitors, retailers, trade associations, government regulatory agencies, financial institutions, analysts/experts, interest groups (Sontaite, 2011) and even terrorists (Freeman, 1984).

There are many stakeholder groups, but the most popular ones will be discussed, usually found in the scientific literature.

Internal and external groups: Internal stakeholders are more interested in financial activities of organizations; they feel concern about profit, efficiency and financial return. External stakeholders are dependent on decisions and actions of organizations or may influence them themselves. They are interested in value quality, satisfaction, long-term relationships, ethical and moral actions of organizations, financial support and so on (Florea & Florea, 2013). Despite the fact that the internal stakeholders are considered to be the leading, in some cases the external stakeholders can be the prior, therefore they cannot be demoted (Bailur, 2006). Shareholders/owners, employees, managers, the board of directors are considered to be the internal, whereas customers, suppliers, business partners, community, the public, competitors,

the government, special interest groups, retailers, trade associations, government regulatory agencies, financial institutions, analysts/experts, terrorist – the external (Freeman, 1984; Sontaite, 2011; Florea & Florea, 2013).

Primary and secondary groups: (Freeman, 1984; Clarkson, 1995; Mitchell et al., 1997; Bailur, 2006; Sontaite, 2011; Florea & Florea, 2013; Mishra & Mishra, 2013; Wolf, 2014) divide stakeholders into primary and secondary. The primary stakeholders are vital to the persistence of organizations – their withdrawal can lead the organization to performance cessation (Clarkson, 1995; Bailur, 2006; Sontaite, 2011; Mishra & Mishra, 2013). Clarkson, 1995 argues that the secondary stakeholders are also important to organizations in the context of their relationship that the persistence of organization does not depend on the secondary stakeholders. Sontaite (2011) identifies these primary stakeholders – consumers, suppliers, employees, owners, community, whereas the media, competitors, financial institutions, the government, public, interest groups are the secondary stakeholders (Florea & Florea, 2013) single out the third group - key stakeholders. They are defined as ‘people or organizations who might belong to either or neither of the first two groups’ (Florea & Florea, 2013, p. 132). These stakeholders are important because of participation in the organization management and financing, during decision-making process and implementation. The key stakeholders are policy makers, officials, important professionals or community personalities who have a strong position or influence (Florea & Florea, 2013).

Normative, functional, diffused and customer groups:

Dowling (1995) highlights the fact that organization does not have one corporate reputation. He offers to divide stakeholders into four groups, according to how homogeneous is corporate reputation within groups. According to his suggestion, the stakeholders are divided into the following groups – normative, functional, diffused and customer's. Stakeholders, which belong to a normative group, secure functioning of organization and establish the certain rules and norms – they involve the government, regulatory agencies, trade associations, professional societies, shareholders, the board of directors. Functional stakeholders are like mediators, which facilitate organization's daily operations – they are employees, suppliers, unions, distributors, service providers. Diffuse stakeholders generally take an interest in the activity of organization only during the crisis of organization – they are journalists, community members, the special interest groups. The fourth group of stakeholders is customers – they secure welfare of organization and can be segmented according to the needs, involvement and experience. These four groups of stakeholders have a different approach to organization, so corporate reputation

in a context of different groups cannot be equivalent – each stakeholder group has an unequal perception of a corporate reputation. Therefore corporate reputation must be managed differently according to the interests of each stakeholder group.

Regulatory, organizational, community and media groups:

Henriques & Sadorsky (1999) propose stakeholders groups, similar to previously discussed groups of Dowling (1995). The regulatory group includes those stakeholders such as trade associations (limiting actions of the organization under the certain legislations), informal networks (important sources of information technology), competitors (who can become leaders in a certain technologies, which will eventually become the standard in the industry). This group may be equated as a normative group, singled out by Dowling (1995). The organizational group includes those stakeholders which may have a direct impact on organizations – it is consumers, suppliers, employees and shareholders. The organization in a way is dependent on organizational stakeholder group. This group is similar to a functional group, distinguished by Dowling (1995), except that Dowling (1994) distinguishes customers as a separate group. The community with help of certain organizations, can unite against organizations' activities and have a significant impact on the results of organization's performance. This stakeholder group may be closely associated with a group of media, because the media forms public opinion about organizations, especially during the crisis of organizations. Henriques & Sadorsky (1999) claim that public opinion about organization is formed through the influence of media.

Group in order of power and interest:

Freeman (1984) developed a strategic stakeholder matrix, based on a stakeholder distribution in the four groups under the influence of power and interest levels. The importance of each stakeholder to organization depends on where the stakeholders find themselves in the matrix field (Gregory, 2007) (see Figure 1). As stated by Polonsky & Scott, (2005), the position of stakeholder in the matrix enables the organization to choose the most appropriate strategies for the relationship development strategies for the relationship development with stakeholders (Gregory, 2007).

INTEREST

Low	High
A Crowd (minimal effort)	B Subjects (keep informed)
C Context setters (keep satisfied)	D Players

Figure 1: Stakeholder grouping, according to the strategic stakeholder matrix adapted by Bryson, 2014; Gregory, 2017

Bryson (2014) argues that the key players have a significant power and interest, subjects do not have the power but have a high interest. Context setters do not care about the organization, but these stakeholders have the high power on organization, while the crowd is the stakeholders, which have neither the interest nor the power. According to Mitchell et al., 1997), the scientists which prove that in the reality almost every stakeholder may have the influence on the performance organization, whereas it is possible to distinguish accurately the interested stakeholders from disinterested by grouping them under the power and interest.

A shadow stakeholder group:

The review of the scientific literature showed that the discussed stakeholder groups do not describe all stakeholders of the organization. There was found some stakeholders that are indirectly and cannot be considered as partners of the organization. Hine & Preuss (2009) attributed them to the secondary stakeholder group, but in our opinion, this group cannot be equated or identified with the secondary stakeholder group that was proposed by Freeman, 1994; Clarkson, 1995; Mitchell et al., 1997; Bailur, 2006; Sontaite, 2011; Florea & Florea, 2013; Mishra & Mishra, 2013; Wolf, 2014). Stoney & Winstannley (2001) argued that it is the tertiary stakeholder group. Campos & Giovanonni (2007) compare this stakeholder group with lobbyists, who have the access to political structures (de Figueiredo & Richter, 2004) and the performance of this group is equivalent to corruption. We suggest to entitle this group as a 'shadow' stakeholder group. In principle, this stakeholder group functions as a normative regulator and is associated with political impact on the organization. On the other hand, it functions illegally and is not directly related to the organization or its survival (Hine & Preuss, 2009). Therefore, we put a proposal that the shadow stakeholder group is related more to the industry, than to a particular organization. As Hine & Preuss, 2009) stated, it is the group that may keep down the organization. Campos & Giovannoni (2007) submitted that the shadow stakeholders generally act in transit, politically unstable and corrupt. Whereas de Figueiredo & Richter (2014) stated, that the government and social groups can be attributed to the shadow stakeholder group. They are interested in the enactment of particular laws that affect particular industries. Organizations can suspend the performance and suffer losses in the costs of new lobbying organizations, which get the opportunity to line their own pockets. The establishment of new organizations is the secondary (shadow) activity of persons who are interested in lobbying.

It can be stated that there are predominantly four leading stakeholder groups – shareholders, employees, suppliers and customers. The analysis of their importance to the organization has

revealed that shareholders and employees usually belong to the same group of stakeholders. Whereas suppliers and customers rarely belong together with the particular group of stakeholders. The analysis of stakeholder grouping initiated that while grouping stakeholders in accordance with their importance to the organization, it is worth to divide them into primary and secondary. Allocating the stakeholders to the primary and secondary groups unconsciously leads to the conclusion that primary stakeholders take the first, i.e. the most important place with regard to secondary stakeholders.

2.1.4 Stakeholder Involvement in Change Management

After several years of existence, internal or external forces might cause a significant change within an organization. So, whether the change is proactive or reactive, Armstrong (2006) argues there are two types of change: strategic – long-term change related to the mission and the vision of the organization) and operational – involving a change in systems and procedures. Change management is one of the key tasks for any manager. However, changing an organization is difficult and it is estimated that about 70 percent of all initiatives fail (Beer and Nohria, 2000; Higgs and Rowland, 2000). A deep transition, which necessitates change in organizational culture, is even more challenging.

Booz (2011) pointed out that to involve the managers and the owners of the organizations in the change management process several things need to be done, there needs to be a strong case supporting the need for change in the organization, there needs to be consensus among the managers and owners of the organization on the need for change, a plan should be developed to guide the change process and the managers should provide leadership on the change process. Deborah (2009) states that there are two categories of managers in the organization: senior managers and middle managers. She adds that senior leaders need to initiate, guide and champion change, ensuring engagement among the rest of the organization by keeping employees informed about the change process, following through on actions and modeling appropriate responses to change. Middle managers must facilitate change and help their employees understand the reasons for the change and adapt to it.

Deborah (2009) points out that employees have no much control over the change decision and they help in creating strategies to overcome natural resistance to change through assessments, workshops and team meetings. Employees also need to understand the reasons for the change, their role, and ways to contribute to the process.

Adesse (2008) pointed out that customers are important stakeholders in all organizations and therefore there needs to be some structure in their involvement in the change management

process. In cases where change affects the product or service, customers can be involved through inviting a sample of them to bi-annual focus groups to test changes to products or services and ask them to define what is important to them as customers/users, and involve them in the development of a satisfaction survey. Lastly, send update literature quarterly about changes within the organization and invite their comment. Adesse (2008) says there is no need to involve the customers if the change does not affect them. For instance, changes in operations of an organization which they would not understand for them to give a meaningful input.

2.1.5 Factors Influencing Extent of Stakeholder Involvement in Change Management

Cecilie (2008) established that focus should be on factors that influence the extent of successful stakeholder involvement. Cecilie (2008) stated that for there to be a successful stakeholder involvement in the change management process, there are five factors that needs to be in place. They include: stakeholders early awareness of norms, awareness of diversity within and between different organizational units, manager availability, early role clarification and constructive conflict.

Kilpimaa (2009) states that one factor that is critical in determining the extent of stakeholder involvement in change management is the presence of enabling resources and structures to support the change management process. Kilpimaa (2009) states that if the stakeholders are availed with resources and structures to guide the change management process, they are able to undertake critical roles and responsibilities necessary for the change management process and this ensures the change management is more successful. The extent to which they are provided with the resources and structure is directly proportional to the extent of their involvement in the change management process. Training is another factor that affects the extent of stakeholder involvement in the change management process. The purpose of training and coaching is to help everyone to change effectively. Throughout the process of change all the stakeholders must be engaged in training and frequent follow-up training. If this is done properly then the stakeholders' involvement in the change management process is improved and made productive.

Kip (2006) mentions targeted and effective communication among the stakeholders during the process of change as another factor that is important in ensuring that the change process is managed effectively. Kip (2006) mentions that there needs to be a vision on what the change should result to. The vision should be communicated effectively and continuously to all their stakeholders. This ensures proper participation of the stakeholders in the change management process. Kip (2006) adds that the stakeholder's participation in the change management process

should be monitored and the performance of their contribution to the change process established. With this, the stakeholders' participation in the change process is enhanced and improved.

2.2 Theoretical Framework

Freeman's (1984) stakeholder theory has been applied in various areas such as corporate responsibility (Bucholz and Rosenthal, 2004), business ethics and project management (Turner and Simister, 2000). It has also been used in the context of organizational change (Trader-Leigh, 2002) and in combination with governance theories of economic organizations such as agency theory, transaction cost -, economics and property rights theory (Parvinen et al., 2005). We propose that stakeholder theory provides an interesting perspective in the management of organizational change projects, because organizational change is dependent on the resources possessed by various stakeholder groups and the support of key stakeholders.

In accordance with Freeman's (1984, p. 46) classical stakeholder definition we define a change project stakeholder as 'any group or individual who can affect or is affected by the implementation of the change project'. Stakeholders also hold a central role in the change management process. Balancing stakeholder expectations has a direct influence on how they are motivated to support proposed change. These concerns must be addressed in the change initiation process because they are important when evaluating stakeholder resistance to change. Mitchell et al., (1997) provide a comprehensive model for evaluating the salience of various stakeholder groups, i.e. their influence in managerial decision making process. Freeman (1999) drawing from resource dependency theory evaluates different strategies used by stakeholders who possess resources critical to the firm gaining control over the organization. He proposes that an important aspect to consider is whether the firm and stakeholders are mutually dependent on each other.

3. Methodology

The study employed survey research design. Primary and secondary sources of data collection were adopted in the execution of this study. Primary data used was the structured questionnaire administered to employees of the selected manufacturing firms in Nigeria. Secondary data utilized in this study included published academic journal materials, academic thesis, books on change management and stakeholder analysis, periodicals, magazines etc. Tables and percentage statistical distribution were used in the preliminary analysis of data, while the Chi-Square statistical technique were used for the main analysis of the data gathered from the study respondents.

4. Results and Discussion of Findings

The stakeholder distribution has raised some doubts. Scientists often attribute shareholders, employees, suppliers and customers to the primary stakeholder group. However, it was observed that the scientists do not subsume shareholders and employees to the same stakeholder group with suppliers and customers.

The analysis of a stakeholder grouping revealed the other important question – it was observed that the scientists, acting on business interests, criticize the aforementioned stakeholder grouping. They argue that stakeholder group have unequal importance to the organization (Vilanova, 2007, Kaler, 2009; de Bissy & Suuprawan, 2012) stated that employees and shareholders were attributed to the same stakeholder group for a long time. However, the shareholders take up a higher position than the employees. Stieh (2009) noticed that the interests of the shareholders should not often be the leading/ He queries whether it is possible to rely on the theory in a real business. Therefore, the following assumption is made that the stakeholder grouping is ambiguous – based on the stakeholder theory which is difficult to adapt in a real business world.

Managers' capability was estimated to be relatively low in all change initiatives owing to a lack of experience and previous poor project results. Many stakeholders argued that problems were identified with moderate accuracy before our study, but managers had no desire to change the situation. Change projects are allocated to the assessment model based on their estimated benefit implementation challenges.

Developing start of change process (I – 4)	Team	1	2	3	
	Employees				
(A) Influence of intervention on stakeholder		4		3	1
(B) Capability to influence on implementation		5		5	2
(C) Motivation to participate		3		3	2
(D) Capability to change		3		3	1
Individual stakeholder resistance (A,IBi + Ci + Di)	26			21	5
Average stakeholder resistance				$\frac{1}{4}(25 + 5 + 6) = 14.5$	
(E) Complexity of change					4
(F) Management capability					2
Total challenge 1/Summation (A/B + Ci + DI) + F					20.5

Table 1: Challenge to implementing start of the Change development process

The study explored how the stakeholders were involved in the change management process. It established that the stakeholders were involved in the change management process from the initiation through to implementation. The findings of these pilot surveys are communicated to

the chief managers for adoption in their respective divisions. If during the pilot process the organization establishes that the change process is costly, they implement the change process in small bits.

The study went on to assess how the channels for communicating change to the stakeholders were effective in the change process. It was mentioned by the chief managers that the piloting of the changes in small segments of the population before the actual rolling out to the whole organization facilitated the change process by ensuring that problems are troubleshoot beforehand. This is important because it prevents situations of failure during the change process. It was also mentioned by the chief managers who said that changes were communicated to stakeholders through the supervisor's communication, that the process facilitated change because it ensured that the change is communicated as it was intended by the top management.

The study went on to explore how stakeholders were involved in putting sound procedures to manage change process. The interviewees should be communicated effectively and early. The interviewees said that in communicating the changes, there must be a clear description explaining where the organization is, where it wants to head and what is needed to get there. This was according to chief managers who were involved in the study. However, the interviewees noted that the feedback are never documented and would thus be easily forgotten. They should therefore be documented and be used for improving the best practices in future.

The study also explored how the customers were involved in sound procedures to manage the change through feedback in the working of easy pay systems. Most customers presented their feedback on the working of the easy pay systems, e-bill payment platform and SMS balance inquiry as reported by three customers only one customer refuted that he was involved in giving contrary view.

The study also assessed the customer's satisfaction with the prepaid. It was established that the customers were satisfied with the pre-paid meeting. However, it emerged that none of the customers were involved in the inception of the prepaid meeting and were also thus only involved when they were being inducted on how it is operated. However, after the installation, the follow up from the selected manufacturing firms on the operations, functioning and customers concerns are done to the satisfaction of the customers.

The study went on to assess how the selected manufacturing firms (Nigerian Breweries Plc and Guinness Nigeria Plc) ensured that the stakeholders are continually involved to ensure that the changes are successful. It emerged that employees are continually involved through regular

meetings. This was according to the view of the chief managers. It was reported that the success of the changes and the contribution to the staff. They base their views on their experience on the past systems and give their recommendations to be included in the new systems. This was a view supported by the employee representatives in the study who said that during the initiation and implementation of the organizational change, the views of the employees were sought by their supervisors and later used in the initiation and implementation of the organizational change.

From the findings, it was established that the selected manufacturing firms (Nigerian Breweries Plc and Guinness Nigeria Plc) underwent transitive change. Steven et al. (2012) established that change is termed as transitive if it is internal to an organization and occurs as a result of interaction between people and stakeholder groups. The change that had affected these manufacturing firms were rebranding, appointment of BBH at the depots companywide, INTRODUCTION OF Feeder Management Programs, introduction of E-leave workflow for applying leave, staff optimization by having just the right number of staff for a specific task, introduction of Performance Contracting among management staff, adoption of prepaid meeting, introduction of automatic meter reading on pilot, adoption of feeder alignments /ring fencing, rotation of jobs, upgrading systems network and company servers, adoption of monitoring, installation of GPS in newly bought cars, started using the new procurement law from 1ST January 2007 that revolutionize the supply chain operations, introduction of workflow for transactions between divisions and stores for acquisition of materials, use of fuel cards with Total Nigeria to fuel company vehicles, introduction of new fleet of vehicles such as hole diggers, high-ups and telle-loggers, adoption of safety and health standards in the workshops, introduction of E-payments like straight 2 bank, Citi direct to minimize frauds and imposters out to use employees staff members to get money and overcrowding in the pay offices, introduction of electronic Pay slips accessed using employees national non-key activities such as installations of transformers.

The prominent way in which the stakeholders were involved was through the piloting process of the changes. From where the views and interests of the stakeholders were noted, used and incorporated in the change process before it being rolled out to make them aligned. In this process the change is piloted on a sample of stakeholders who are involved with it, their views collected on the change process and implementation of the change based on the views of the stakeholders. This approach agrees with those of Adese (2008) who pointed out that if changes affects the product or service, customers can be involved through inviting a sample of them to

bi-annual focus groups to test changes to products or services and ask them to define what is important to them as customers/users, involve them in the development of a satisfaction survey and Survey them annually.

The study also found that age of stakeholders had an effect on the change management process. This was also supported by Adese (2008) who said that older workers were showing decline in appreciation in the change management process; though in these firms studied, this was a little different. It emerged that though young employees adopted change more freely, they did not question or critique the change process leading to changes with results that are not desirable.

5. Conclusion and Recommendations

The stakeholder concept is widely discussed in the scientific literature. However, many scientists support the definition of Freeman (1984). This definition expresses the relation between the organization and stakeholders, which is based on the addition of power. Despite the mutual influence between the organization and stakeholders, it is proposed that stakeholders may have a greater impact on the organization because of a major power. With regard to this scientific viewpoint, it is stated that stakeholders are important for the organization because of the necessary resources and the impact on corporate reputation.

There is no unified construct, defining stakeholders common to all organizations. It could be stated that there are predominantly four leading stakeholder groups – the shareholders, employees, suppliers and customers. It was found that stakeholders can be divided into internal and external, primary and secondary, normative, functional, diffused and customers, regulatory, organizational, community and media; groups in order of power and interest. The analysis of the scientific literature enabled us to highlight a new stakeholder group, which we call a shadow group due to its illegal impact on the organization or industry. The analysis of stakeholder grouping initiated that while grouping stakeholders in accordance with their importance to the organization, it is worth to divide them into primary and secondary. Allocating the stakeholders to the primary and secondary groups unconsciously leads to the conclusion that primary stakeholders take the first, i.e. the most important place with regard to secondary stakeholders. The study found that the stakeholders in the manufacturing firms under study were majorly involved in the change management process by giving their views and execution of the change process through piloting process of the changes. The stakeholders were however, not involved in the design of the change process. The changes that were undertaken in these manufacturing firms were transitive change and the change management approach that was used to manage the change was the planned approach to change management. There were times that the

manufacturing firms under study relied on external stakeholders such as consultants to manage the changes ignoring the views of the internal stakeholders such as employees.

The study recommends that there needs to be regular interdivisional meetings with the stakeholders to discuss the change process more so in key departments that are responsible with change for example, finance department. The study recommends that management of the manufacturing firms should involve the stakeholders in all aspects of the change management process, more so in the design/initiation of the change process. This is because the study established that the stakeholders in these firms were not involved in the design phase. Considering that the stakeholders are the ones who are in touch with the organization, they should be involved in the design/initiation of the change process.

The study recommends that all the change process in the understudied manufacturing firms should be documented for reference in future to assist the organizations use the information to improve future change processes. This is important because the study established that the change in these firms was not being documented to know the progress of the change that could help in policy formulation and prudent management practices in change process.

References

- Andrew, L. & Friedman, S. M. (2006). *Stakeholders : Theory and Practice.*, London UK. Oxford University Press.
- Andrew, W. (2005). Stakeholder Theory and The Corporate Objective Revisited. *Institute for Operations Research and the Management of Science*, 11(2), 364-369.
- Basted, M. N. (2004). *Open Systems Theory*. Michigan: University of Michigan.
- Bruce, N. (2004). *Managing change: Approaches to Change Management*. Retrieved on July 15th, 2013 from <http://dl.wecouncil.com/serfweb/User157/MC/Lesson4.ppt>
- Business for Social Responsibility (2012). *Stakeholder Mapping*, retrieved on July 4th, 2013 from [http://www.bsr.org/reports/BSR Stakeholder Engagement Stakeholder Mapping.final.pdf](http://www.bsr.org/reports/BSR%20Stakeholder%20Engagement%20Stakeholder%20Mapping.final.pdf)
- Bryne, D. (2001). *Complexity theory and the Social Science*. London: Routledge.
- Cecilie, A. (2008). *Key factors in successful Organizational Change*. Department of Occupational Health Surveillance, National Institute of Occupational Health, Retrieved on 4th October 2022.
- Chan, S. (2001). *Complex Adaptive Systems*. Research Seminar in Engineering Systems . London.
- Deborah, S. (2009). *Organizational Effectiveness: The leaders role in responding to change with Agility*. Retrieved on October, 20, 2022.
- Freeman, E. (2004). *Stakeholder Theory and The Corporate Objective Revisited*. *Organization Science*, 94(1), 364-369.
- Johnson, G. & Scholes, k. (2008). *Exploring Corporate Strategy*, (7th edition). New Jersey; Prentice Hall.
- Kilpimaa, J. (2006). *Factors influencing successful change management in IT outsourcing from Transferred personal point of view*, Unpublished Master's thesis, Department of Management studies. University of Tampere. Retrieved on 20th October, 2022 from <http://tutkielma.uta.fi/pdf/gradu01128.pdf>
- Sharma, R. (2008). *The 6 Principles of Stakeholder Engagement*, Retrieved on 20th October, 2022, from <http://www.censeoconsulting.com/media/pnc/2/media.12.pdf>
- Steven, H., Appelbaum, S. H. & Jean-Luc, M. (2012). *Back to the future: Revisiting Kotter's 1996 Change model*. *Journal of Management Development*.

APPLICATIONS OF SWOT ANALYSIS, PESTLE & OTHER ORGANIZATIONAL STRATEGIC PLANNING TOOLS IN SELECTED FOOD & BEVERAGE MANUFACTURING FIRMS IN LAGOS STATE NIGERIA

DR CHUKWUEMEKA G. EME (PhD)

Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences;
National Open University of Nigeria (NOUN), Airport Road, Jabi –Abuja,
Nigeria

Abstract

The objective of this paper is to present the role of SWOT analysis, PESTLE analysis and other business strategies as a critical factor for business growth and development. The study viewed these business strategies as tools to evaluate the business environment for startup organizations, with emphasis on the most common challenges faced by the situation, identify areas of importance for improvement, and define guidelines for startup business, with the aim of increasing competitiveness. Contribution of this paper is theoretical and empirical in the specific context of PESTLE analysis for startup business. The subjects of this study were branch heads, employees and consumers from selected food and beverage manufacturing firms in Lagos State, Nigeria, consisting of a total of 600 staff. A sample size of 60 employees representing 10% of the total population selected using simple random sampling technique was adopted for the study. The research instrument used for this study were interviews, observations and distribution of structured questionnaires to respondents. The analysis of data was employed using descriptive statistics (tables, mean and standard deviation) while the hypotheses crafted for the study were tested using regression statistical analysis.

Key Words: Strategic Planning, Business strategies, SWOT Analysis, PESTLE Analysis, Feasibility Studies, Cost-Benefit Analysis, Balanced Scorecard

1. Introduction

As far back as the 1960's during its foundations, strategic planning has been hailed as a fundamental basis for organizational success (Brinckmann, Grichnik and Kapsa, 2010). Various authors have lauded their support of this view and they include Steiner (1979) and Herter (1995) who have asserted that formal strategic planning works in stable and predictable environments (Boyd, Haynes, Hitt, Bergh, and Ketchen, 2012). Since then however, as a result of economic and political dynamics, operating environments have become dynamic and unpredictable and have seen changes in political, economic, social, technological and legal perspectives, almost questioning the efficacy of long range planning. Drucker (1999) buttresses this view through his statement, 'we live in a period of profound transition'. Rooted in the contingency theory of management (Mintzberg, 1994; Donaldson, 2001), this study mainly seeks to establish the

extent to which formal strategic planning is relevant in a turbulent environment (Boyd, 2012). The contingency approach flavor adopted in this study is one where organizations can decide on the event of planning convenient dependent on the prevailing environment (Brinckmann et al., 2011; Verreynne and Meyer, 2010). In other words, organizations can flip between formal strategic planning and flexible, informal, emergent strategic approaches (Verreynne and Meyer, 2010). In addressing this objective, the study *inter alia*, explores the relationship between formal strategic planning and performance of selected food and beverage manufacturing firms in Lagos State of Nigeria.

According to Brinckmann et al., (2010), and Verreynne and Meyer (2010), planning has been found to have a positive correlation with organizational success but studies by Robinson and Pearce (2013) and Robinson et al. (2010) found no positive relationship. Still other studies in this domain have established that there is no difference in the performance of firms that are involved in formal strategic planning and those that are not (Robinson and Pearce, 2014; Robinson et al. 2016). Consistent with the above, Inkpen and Choudhury (2015) state that the absence of a strategy ought not be associated with poor performance. In fact, a few researchers have questioned the efficacy of planning, some of them stating that planning is a time-wasting exercise which surreptitiously takes away important productive time from small owner-managers (Bhide, 2007; Beaver, 2007). Irrefutably therefore, the debate on the relationship between strategic planning and organizational success or performance is still hanging, and particularly so in the small and medium-scale enterprises (SMEs) sector. The significance of the unending debate *inter alia*, is the support indirectly rendered to the contingency approach whereby organizations can decide on which planning route to adopt based upon the prevailing environmental circumstances (Yu et al., 2012).

Most of the prior studies in any case relate to large organizations and were conducted in developed countries. Very few studies if any have been conducted in developing countries and specifically focusing on small and medium enterprises (SMEs), and particularly in Food and beverage manufacturing firms in Nigeria, to establish the relationship between small firm formal strategic planning and their performance. In a developing country such as Nigeria there is an apparent dearth of published studies that are specific to the area described. Furthermore, Nigeria is a ‘turbulent’ environment (Makanyeza and Dzvuke, 2015) and provides an opportunity to examine planning and its relationship to performance within that peculiar environmental set up.

1.1 Aim, Research objectives and questions

Findings from erstwhile studies in the domain of small business planning and performance are in disagreement and fragmented (Chwolka and Raith, 2012). Whereas some studies have established a positive correlation between planning and performance, others found no relationship at all and yet others revealed a negative relationship. Further, evidence from prior studies is again in an unsettled debate where most extant traditional literature revealed that planning firms outperforms non-planning firms, while the other group of studies expose findings that are the exact opposite of the former (Brinckmann et al., 2010).

The Nigerian economic scene has been gripped by a high degree of uncertainty among business operators (NBZ, 2015). This stems back to, inter alia, the retrogressive Nigeria's Economic Structural Adjustment Program (SAP) of 1986 (World Bank, 1994) which triggered budget overruns, to the Fast-Track Land Reform Program of 1990 (GoZ, 2000) which seized farm land, effectively displacing an experienced and established family community and replacing same with few farmers, most of whom were not well-resourced and knowledgeable enough to run the farms, the populist.

It is an irrefutable fact that small and medium enterprises (SMEs) owner managers still hold vivid memories of how formal strategic planning was demoted to insignificance in light of the aforementioned events which were unpredictable. A case in point, amply supporting the point, is the 2015 indiscriminate withdrawal of operations by a giant multi-national company, Rio Tinto. It was the world's second largest mining company, which had been in the country for more than 61 years (NCTU, 2016). A question that immediately comes to the fore is, 'Did they fail because of inadequate planning?' This is only but a modicum of the dynamics in the Nigerian business environment – a very unstable, highly volatile and unpredictable environment (Makanyeza and Dzvukeye, 2015). According to the Government of Nigeria, (2016) statistics, over ten thousand (10,000) big companies ceased operations between 2009 and 2016. It is clear from the foregoing that if the hostile business environment in Nigeria could lead to closure of operations by some of the giant multi-national corporations, then the under-resourced small firms are even more vulnerable. In fact, Gombarume (2014) observes that the small firm sector is performing poorly and closures are rampant. The foregoing was some of the guiding issues in the formulation of the research aim, objectives and questions, which were outlined in the study, as below:

Table 1.1: Research aim, objectives and questions

Aim	Research Objectives	Research Questions
To analyze the relationship between formal strategic planning and performance in the small-business sector (SMEs) (selected food and beverage manufacturing firms in Lagos State, Nigeria).	1. To investigate the extent to which small businesses (e.g. food and beverage firms) engage in formal strategic planning in Nigeria. 2. To find out the rationale for the other types of planning carried out by small firms in Nigeria 3. To compare the performance of food and beverage manufacturing firms in Nigeria engaged in formal strategic planning with that of those that are not. 4. To analyze the relationship between formal strategic planning and organizational performance of new and established small businesses in Nigeria (using F&BMFs) as case study. 5. To assess how the contingency approach can be utilized to optimize performance in the small firm sector, particularly F&BMFs in Nigeria	1. How do food and beverage manufacturing firms (F&BMFs) in Nigeria engage in formal strategic planning? 2. What is the rationale for the other types of planning used by small firms (SMEs) exemplified by F&BMFs in Nigeria? 3. Is there a sustained performance difference between planners and non-planners? 4. To what degree is there a relationship between formal strategic planning and performance in new (less than eight years in operation) and established (eight years or more in operation) small businesses? 5. How can the contingency approach be best applied for optimal small firm (SMEs) performance, particularly in the F&BMFs in Nigeria?

2. Literature Review

2.1 Conceptual Review

2.1.1 Concept of Strategic Planning

Strategic plans are a vital feature of modern organizational management. Governments, educational institutions, financiers, consultants, government agencies and non-governmental organizations normally encourage the establishment and usage of strategic plans. In academic institutions, strategic management has become an important subject of the Business Management curriculum thereby further optimizing the importance attributed to the discipline. Even though there are researchers who question the efficacy of planning (Beaver, 2007; Bhide, 2007; Honig, 2008), one widely held belief is that there is a positive association between planning and performance (Burke, Fraser and Greene, 2010).

2.1.1a Definition of Strategic Planning

Strategy as a term was originally used in the military context but since the 1960's it has been adopted in business management circles where it is now under extensive use (Mintzberg et al., 1998). At first glance, strategic planning appears to be a clear concept but after a substantial review of literature, it becomes apparent that researchers are not agreed on a uniform definition of the construct. As a result, the area of strategy and its definition has received wide literary attention.

The various definitions tend to confuse both the academic and the practitioners as to which one to adopt. It is important to establish a single all-encompassing definition that befits the micro, small and medium enterprises (SMEs) sector. A good starting point is presented by Mintzberg (1978) who argues that while strategy has been defined differently, there is a theme commonality that runs through all the various definitions. It involves defining strategy as a deliberate and conscious set of guidelines that determines decisions into the future. Another common feature is that strategy is treated as i) explicit, ii) developed consciously and purposefully, and iii) made in advance of the decisions to which it applies. Given that this study's conceptual model is founded on the contingency approach to strategic management (Yu et al., 2012), it is important to discuss the approach in coming up with a definition that suits the small firm sector.

2.1.1b Strategy Definition that Fits Small Firms (SMEs)

Kerin et al (1990) posited a more comprehensive definition which reads, "pattern of planned (prescriptive) and present (emergent) objectives, resource deployments, interactions of an organization with markets, competitors, and other environmental aspects". The appropriateness of the definition to this study is mainly due to its accommodation of the prescriptive and emergent approaches to strategic management, as well as mentioning the key actors involved in the strategy making exercise. Burke and Jarrat (2004) echo almost similar sentiments. Further, the definition embraces the majority of the common themes identified by Mintzberg (1978) and is applicable to both large and small firms. Accordingly, the definition advanced by Kerin et al (1990) is adopted for this study.

2.1.1c Formal Strategic Planning in the Food and Beverage Manufacturing Firms

The area of formal strategic planning in small firms, particularly in the SMEs food and beverage manufacturing sub-sector has received some attention in literature. Within extant literature on SMEs strategy making, there is a substantial stream of research on the formality or sophistication of planning and also on the informality of planning (Gibson and Cassar, 2005;

Brinckmann et al., 2010). It is still not clear which route is more optimal, the formal or informal planning one as researchers are still engaged in this debate. Strategy scholars seem to recommend an approach based on the existing environment. For instance, Boyd et al., (2012) hints that formalistic planning is more akin to stable, predictive and high risk avoidance environments while informal planning is workable in unstable, hostile, unpredictable and low risk avoidance environments. Verreynne and Meyer (2010) and Pansiri and Temtime (2010) appear to be supportive of this stance as reflected by their contributions urging firms to be attentive to and resonate with the environment, implying remaining aware of environmental changes. Some of the advantages stated in literature for formal planning include the ability to analyze the environment in a more objective way (Herter, 2015), leading to quality decision making. Under the formal approach, strategic planning is included on the corporate agenda and the process of strategic planning is approached in a systematic manner (Armstrong, 1982).

Consistent with the above argument, Lyles et al (2013) state that, “the elements of goal formulation, developing distinctive competencies, determining authority relationships, deploying resources and monitoring implementation receive more effective attention when small businesses engage in formal planning”. Supporting the formalistic approach, Clayton (2016) reveals that lack of a formal strategy leads to old-fashioned management practices which include an autocratic management style practiced by the proprietor. McKiernan and Morris note that formal strategic planning facilitates survival, particularly in turbulent environments. They however advance a contrasting view when they state that formal strategic planning processes in small firms usually fail to provide a holistic picture of the firm.

In a twenty-five-year literature search, Kraus (2006) revealed that small firms engage in planning and most of them formally using long time spans. The same view is supported by researchers such as Brinckmann (2010) who acknowledges that small firms do engage in formal strategic planning. Verreynne and Meyer (2010) reveal an opposing stance when they state, “...small firms make strategy but instead of formal processes, they use approaches most suitable to their peculiar situations”. This view receives support from other researchers like Beaver and Jennings who describe the small firms (SMEs) strategy making process as out of the ordinary and often-times peculiar. In fact, Beaver (2007) casts doubt on the success of formal processes in small firms.

Beaver and Bishop (2013) observe that formal strategic planning may be dysfunctional if it introduces rigidity and encourages excessive bureaucracy. By implication, the researchers’ findings implicitly support the use of formal strategic planning but only have reservations where

rigidity and bureaucracy are encouraged. After all, the occurrence of rigidity and bureaucracy is normally visible in large organizations as opposed to small firms and in this context it can be argued that this view mainly applies to large organizations.

Research findings on whether small businesses engage in formal strategic planning or not are mixed where some reveal that they do engage in formal strategic planning (Lowe and Clemens, 1990; Brinckmann et al., 2010), some exposed non-engagement (Glen and Weerawardena, 2016; Verreyne and Meyer, 2010), some state rather operational planning (Robinson et al., 2016), and yet other studies found out informal planning as more popular among small businesses (Stonehouse and Pemberton, 2002). The discussion has thus centered on formal versus informal planning and strategic versus operational planning.

2.2 Tools of Strategic Planning in Organizations

2.2.1 Overview

A number of techniques, tools, methods, models, frameworks, approaches and methodologies are available to buttress decision making within strategic management. In keeping with the understanding that strategic management is still a growing field, the set of tools is continually enlarging as strategic management creates its own approaches and uses the tools borrowed from other disciplines (Chwolka and Raith, 2012). Important to note is the fact that tools do not make strategy and the same tools do not implement strategy. The critical role they play is to present information in different ways that pave way for new insights to be uncovered (Hussey, 2007). Tools are also handy in presenting complex issues and assist as both important communication and analytical devices. The diagrammatic presentation of most of the tools makes comprehension better as opposed to wordy narratives explaining a strategic management concept. Some of these strategic planning tools recognized in Strategic Management and utilized in strategic planning includes the SWOT analysis, PESTLE analysis, ANSOFF matrix, Value for money analysis, Cost Benefit analysis, Continuity planning, Key Issues analysis, Scenario planning, Competitive analysis, Goals grid matrix, Supply chain analysis, Critical Success factor analysis, Stakeholder analysis, Balanced scorecard, BCG Matrix, Feasibility studies or analysis, VRIO Analysis, Question of Value analysis, Question of rarity analysis, Question of Imitability, Question of Organization analysis, GAP Analysis, PEST Analysis, Porter's Five Forces etc. However, this study will highlight and discuss only five of these strategic planning tools viz –SWOT analysis, PESTLE analysis, Feasibility Studies or analysis, Cost-Benefit analysis, Stakeholder analysis and the Balanced scorecard.

2.2.1a SWOT Analysis

SWOT is an acronym for strengths, weaknesses, opportunities and threats. SWOT analysis therefor is a tool of strategic planning that evaluates the strengths, weaknesses, opportunities and threats of an organization (Martin and Shehan, 2015). Noteworthy about the potential of SWOT is the fact that without too much thinking, the tool can unravel vast opportunities which a business can take advantage of. Through a good comprehension of an organization's weaknesses, threats that could otherwise adversely impact the business can be managed accordingly (Christian, Idoko and Nzekwe, 2014). A mere look at the organization and its competitors using SWOT framework can guide one into crafting a powerful strategy that can set the organization apart from its competitors, making it a market leader (Christian et al., 2014). Martin and Shehan (2015) attribute the origin of SWOT to Albert Humphrey, leader of a convention at the Stanford Research Institute in the 1960s to 1970s. They however proceed to caution that Humphrey did not claim origination of SWOT, and to this end, the origins of the concept remain unclear. SWOT is basically a two-pronged approach which looks at the endogenous (inward or internal) and exogenous (outward or external) factors of an organization (Martin and Shehan, 2015). Strengths and weaknesses are the internal factors while opportunities and threats are the external factors. SWOT items that generate strategies are the important ones and those items that do not generate strategies are not important. Adoption of an aggressive strategy culminates from strong relations between strengths and opportunities while a defensive strategy on the other hand results from strong relations between threats and weaknesses (Christian et al., 2014).

One of the ways through which SWOT analysis can be utilized is by matching strengths to opportunities and converting weaknesses and threats into strengths or opportunities. Martin and Shehan (2015) observe that where threats or weaknesses cannot be converted, they should either be avoided or minimized. With sufficient objectivity and focus, SWOT analysis can lead to the generation of powerful and effective strategies that can catapult organizations into market leadership positions (Christian et al., 2014) because SWOT falls under industry and market competition analysis (Demont, 2017; Khan et al., 2015).

2.2.1b PESTLE Analysis

In the expanded form, PESTLE represents Political, Economic, Social, Technological, Legal and Environmental factors for consideration in strategy formulation. A PESTLE analysis therefore is an assessment of the six environmental or exogenous factors in strategy making (Schmieder-Ramirez and Mallette, 2015). It is important to note that the organization has no

direct influence or control on the six factors, hence it attempts to strike a strategic fit within its environment in a way that optimizes operational efficiency and performance (Cart and Nanni Jr, 2009). PESTLE is an extension of PEST analysis. The PESTLE factors are expounded upon as follows

- **Political analysis** looks at government intervention in the economy including several political factors such as labor and environmental law, government policies on tax, trade restrictions and tariffs as well as the involvement of government in health, infrastructure and education system (Schmieder-Ramirez and Mallette, 2015).
- **Economic analysis** focusses on economic factors that impact on the operations and performance of a business. These include interest rates, inflation rate, exchange rates and economic growth.
- **Social analysis** concentrates on factors such as population growth trends, age distribution, work attitudes, culture, and health consciousness. The analysis looks at how such factors affect business performance.
- **Technological analysis** looks at technology incentives, automation, and rate of technological change.
- **Legal analysis** covers the various pieces of legislation in the country with a direct impact on business operations and performance. These include inter alia employment law, antitrust law, discrimination law, health and safety law and consumer law (Schmieder-Ramirez and Mallette, 2015).
- **Environmental analysis** looks at the factors that affect business operations and performance. Such factors include environmental and ecological facets like climate, climate change, and weather (Schmieder-Ramirez and Mallette, 2015). Industries generally affected are agriculture, insurance and tourism.

2.2.1c Feasibility Studies or analysis

A feasibility study is an estimate of the soundness of a project or system proposed. In simple term, it asks the question, ‘can it be done’ (that is, the project or investment), given all the feasibility indicators (Umeh, 1977). The study’s principal objective is to expose weaknesses and strengths of a given business, its opportunities and threats, and in the process evaluates the business’ potential for success (O’Brien and Marakas, 2011). A dichotomous decision pattern is thereafter to be adopted where, if the business or project but if there is no potential then a negative decision to stop undertaking the business or project will be adopted, or precautionary measures could still be adopted to avoid loss-making (Georgakellos and Marcis, 2009). The

main twin criteria used to judge feasibility are cost to be incurred and value to be achieved. The rule of thumb is that cost should always be lower than the value to be attained. Khan et al., (2015) group this tool under industry and market competition analysis.

By way of structure, O'Brien and Marakas, (2011) hint that a feasibility study should provide a historical background of the project, venture or business; it should give a clear description of the product or service, accounting statements, details of the operations and management, marketing research and policies, financial data, legal requirements and tax obligations. It is important to carry out the feasibility study objectively without biases so that it may be credible to its users (Bentley and Whitten, 2007).

The five major indicators or areas of feasibility are represented by the acronym TELOS, being technology, economic, legal, operational and scheduling (O'Brien and Marakas, 2011). Feasibility studies normally precedes project or business commencement.

2.2.1d Cost-Benefit Analysis

Cost-benefit analysis is a tool of strategic management which organizations normally use to ascertain the appropriateness of a particular strategic decision as well as comparing different options (Misuraca, 2014). It compares all costs and benefits to the current time period through discounting, a concept termed the time value of money. Underlying the analysis is an accounting concept called the cost-benefit principle, which state that benefits from an accounting system should always outweigh the costs associated with it (David, Ngulabe and Dube, 2013).

In broad terms, a cost-benefit analysis has two main purposes, which are to verify if a given strategic decision is justifiable or feasible and also to provide a basis for comparing projects (David et al., 2013). Jules Dupuit of French origin, an engineer and economist is credited with founding the cost-benefit analysis concept in 1848. Implemented appropriately, a cost-benefit analysis gives confidence to an organization to embark on a particular strategic course (Misuraca, 2014).

2.2.1e Stakeholder Analysis

Stakeholder analysis intends to assess and comprehend stakeholders from an organizational perspective or within the context of a project or policy. The analysis entails collecting and scrutinizing qualitative stakeholder information to establish what to consider when developing or implementing a strategy, policy or program (Cameron, Seher, and Crawley, 2010). As Hein, Jankovic, and Feng, (2017) put it stakeholder analysis in strategy formulation, business

administration, conflict resolution, and project management, is the process of analyzing the impact of a particular decision on relevant stakeholder parties.

Armed with such information, ways of addressing the needs of affected stakeholders can then be devised. Hein et al. (2017) portray this as a proactive and cautious approach to stakeholder management. A key step to take initially is to identify an organization's stakeholders and classify same into primary or key and secondary stakeholders. Stakeholders can then be mapped using various approaches and the decisions to be adopted are normally taken from a stakeholders' matrix which shows the strategies to embrace for each stakeholder group. A diagrammatic example of a stakeholder matrix is given below:

Latent	Promoters
Keep satisfied	Manage closely
Monitor	Keep informed
Apathetics	Defenders

Interest

Fig 2.1: A stakeholder's matrix showing which strategies to use. Adopted from Hein; Tziolas; and Osborne (2011)

2.2.1f Balanced Scorecard

A growth strategy tool (Oertwig, 2017), the Balanced scorecard (BSC) is a management system that basically builds bridges between strategic management, operational management and employee performance management (Giuseppe, Guiseppe, and Roberta, 2012). Organizations use the system inter alia, to communicate their intended accomplishments, align day-to-day operational work with strategy, arrange services, products and projects in their order of priority, and monitor strategic milestones achieved (Deryl and Tuivaiti Ma'amora, 2012). Evidencing a multidisciplinary nature, the BSC contends that the organization might be viewed from four perspectives which include financial, customer or stakeholder, internal processes, and organizational capacity (Deryl and Tuivaiti Ma'amora, 2012).

That the BSC system has been embraced by most of the world's top companies and organizations is indicative of the importance, effectiveness and significance attached to it. Since the 1980's the BSC system has undergone three distinct generations or levels of development, being the first, second and third generations (Giuseppe, Guiseppe, and Roberta, 2012). While it serves to measure and manage individual employer performance, the BSC tool also serves as a strategic management system.

Despite its robustness, effectiveness and wide adaptation, the balanced scorecard system has met a number of criticisms. These include strategies that are not comprehended by the

implementers, the fact that management systems are designed for operational and not for strategic control; key operational processes have no direct link with the drivers of strategy; and that it is difficult to link employee personal goals and competencies to strategy implementation (Guiseppe, Guiseppe, and Roberta, 2012).

Literature lambasts the haphazard and loose use of the balanced scorecard system. Rather practitioners are urged to use the system properly and effectively lest the risk failure to achieve strategic objectives (Deryl and Tuivaiti Ma'amora, 2012). Other studies contend that the balanced scorecard is not suitable for small firms because most SMEs do not have a long-term strategic focus. Still other studies suggest that due to many changes in the SME strategies, the balanced scorecard is therefore not compatible with the operational modalities of a typical SME (Guiseppe, Guiseppe, and Roberta, 2012). Another portion of literature anchors its argument on the fact that SMEs in general do not have a fair appreciation of performance management systems and the benefits derived therefrom, hence usage of the BSC will be asking far too much from them (Guiseppe, Guiseppe, and Roberta, 2012).

2.3 Theoretical Review

The theory that underpins or anchor this study is the contingency approach to strategic management. In this study, the contingency theory is like a vehicle through which organizations can be analyzed. The foundation of contingency theory can be traced to the academic submissions of Burns and Stalker (1961), Payne and Pugh (1976) and Mintzberg (1978). The main postulation of contingency theory is founded on the idea that there is no one best way to manage organizations (Mintzberg, 1994; Yu et al., 2012). Furthermore, to be effective, the major pillars of management science which are planning, organizing, leading and controlling must be tailored to the particular circumstances affecting the organization. Put differently, the approach stems from the theory that management effectiveness is dependent or contingent upon the interplay between particular situations and management behaviors. The theory rather propounds that management techniques ought to be dependent on the circumstances obtaining, implying that circumstances should dictate the management approach (Yu et al., 2012; Donaldson, 2001).

The approach's opinion is that management is not static or rigid, but should be flexible and alter in line with the applicable circumstances or situation (Donaldson, 2001). Insinuated, a one-size-fits-all stance to management cannot be accommodated by this approach (Boyd et al., 2012). Organizations are different, face different situations and require different ways of managing. The approach comes against the classical process and models propounded by management

theorists such as Fredrick Taylor (1856 – 1915) and Henry Fayol (1841 – 1925). The classists came under attack in the 1950s and 1960s from a group of management thinkers who held that the classical approach was inflexible and did not consider environmental contingencies. Irrespective of the fact that Fayol and Taylor had a contingency aspect in their works, the criticisms were successfully used in creating the contingency school of management.

The contingency approach to management is founded on the contingency theory of leadership effectiveness which was postulated by psychologist Fred Fieldler around the 1960s and 1974. This came as a result of dissatisfaction with trait-based theories of leadership effectiveness, coined by the classicists. Various situational aspects were identified to impact on the effectiveness of different leadership styles (Donaldson, 2001). For instance, Fieldler suggests that the degree to which subordinates like or trust the leader, the degree to which the task is structured, and the formal authority possessed by the leader are key determinants of the leadership situation.

This study analyzes the effect of the contingencies on the firm's decision to adopt a particular strategy formulation stance. Over and above looking generally at planners and non-planners, this study further looks at the effects of contingency factors on the three paradigms of strategy formulation (the prescriptive, emergent and prescriptive-emergent dimensions) vis-à-vis performance.

3. Methodology

The study adopted survey research design. The population of the study were 600 staff of selected Food and Beverage manufacturing firms in Nigeria. This population comprised of top management, senior managers, supervisors and other employees of these organizations. The sample technique utilized to determine the sample size was the simple random technique which adopted 10% of the total population (60 staff) as the actual population for the study. Structured questionnaire was utilized for the collection of primary data for the study while secondary data from published journals, books, periodicals etc. were used to build up the literature for this study. Data collected were analyzed using the Chi-Square statistical analysis.

4. Data Analysis and Results

This section chronicles the analysis of data and the results obtained.

Table 4.1: Relationship between formal strategic planning and performance in SMEs (New Firms)

Descriptive Statistics		Mean	Std. Deviation	N
New firms	Formal strategic planning	3.2344	1.79944	60
	Sales growth (2018-2019)	15.9631	32.02621	60
	Sales growth (2019-2020)	9.5469	39.72442	60
	Sales growth (2020-2021)	15.8281	34.91540	60
Overall sales growth		4.1250	6.93689	60
Firm age		5.2115	1.25196	60

Source: Researcher's Fieldwork (2021)

Table 4.1 looks at the cross-sectional correlation analysis in each of the three periods (2018 – 2019; 2019-2020; and 2020-2021) as well as the longitudinal correlation analysis over the three periods for new firms. At first the analysis does not have a contingent variable but the second analysis has got firm age as a contingent or controlling variable.

Table 4.2: Established firms' sales growth statistics for use in correlation analysis

Descriptive Statistics	Established from over 8 years old	Mean	Std. Dev.	N
	Formal strategic planning	4.2700	1.44135	60
	Sales growth (2018-2019)	34.4500	62.27075	60
	Sales growth (2019-2020)	-8.4000	25.54354	60
	Sales growth (2020-2021)	23.9900	34.40959	60
	Overall sales growth (2018-2021)	5.0000	8.00314	60
	Firm age	12.2400	2.56423	60

Source: Researcher's Fieldwork (2021)

Relationship between formal strategic planning and performance for the entire sample (all the 30 SMEs)

Table 3: Entire sample descriptive statistics for correlation analysis
Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Formal strategic planning	3.7628	1.70522	60
Employment growth (2018-2019)	33.4158	56.77535	60
Employment growth (2019-2020)	-7.9898	32.18934	60
Employment growth (2020-2021)	2.2372	22.18539	60
Overall employment growth	27.6939	57.20545	60

Years of experience	8.7974	4.06063	60

During the periods 2018 – 2019 and 2019 – 2020, there are very weak or small correlations between formal strategic planning and performance both in the first scenario without a contingency factor and also in the second scenario where firm age is the contingency factor. The weak correlations are however overshadowed by the longitudinal aspect which displays no statistically significant correlation between formal strategic planning and performance in terms of employment growth

Sales growth for entire sample

Table 4.4: Entire sample descriptive statistics for correlation analysis

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Formal strategic planning	3.7628	1.70522	60
Sales 1	25.3903	50.59926	60
Sales 2	.3903	34.40385	60
Sales 3	19.9923	34.85413	60
Over_sales	4.5714	7.50311	60
Years of experience	8.7974	4.0663	60

4.1 Testing of Hypotheses

For statistical hypotheses testing, four distinct steps are taken which are outlined below (Shayib, 2013).

- Null or alternate hypothesis formulation
- Test statistic identification
- Test statistic value calculation for the sample of interest
- Based on the distribution of the test statistic, accept or reject null hypothesis, where the null hypothesis is true

The above steps were followed for the following hypotheses:

H1a – There is no relationship between formal strategic planning and performance in the selected Food and beverage manufacturing firms (SMEs) in Nigeria, and

H1b: Small businesses (SMEs) that engage in formal strategic planning do not have superior performance to non-planners.

For hypothesis H1a, there is no statistically significant relationship between formal strategic planning and performance ($p < 0.05$) both in the new and established firm sectors as well as for the entire survey sample (correlations computed in prior sections). This suggests that we reject the null hypothesis at the 95% confidence interval. For the second hypothesis H1b, there is no statistically significant difference in performance between formal strategic planners and non-planners, implying that we reject the null hypothesis at the 95% confidence interval.

5. Conclusion

This study suggests some noteworthy implications for the government, policy makers, and researchers. An important policy implication is that wholesale enforcement of small firms (SMEs) to adopt formal strategic planning within the context of volatile, unpredictable economies appears unwarranted as a government objective. This is mainly because encouraging formal strategic planning may not directly translate to good performance by compliant firms. The study established that there is no statistically significant difference in performance between formal strategic planning and non-planners. In the same vein, ‘punishing’ non-planners through non-provision of financial and other forms of support, appears counter-productive. The research revealed that good performance is found among non-planners, which feeds into national income figures thereby partially defining the economic well-being of the country in question. There is rather a clarion call for non-planning to be comprehended in a deeper context without unduly clinging on to the non-planning stereotypes of classical management theory.

It is important for the policy makers to appreciate the fact that education in planning is needed among small enterprises sector. Typical responses given by non-planners include that they are not schooled enough to engage in planning, that they do not know how to use some of the planning tools and that even though they do not plan, they are happy with that status quo as it is working for them.

The economic slide down in the country was proven in the literature review and in the fieldwork, a large portion of respondents bemoaned the poor state of the economy. A multi-faceted approach is needed to ensure sustained economic resuscitation. Further, it would appear that the small firms sector is not getting the requisite ‘protection’ thereby rendering the environment a low risk avoidance one. For the small firm sector to effectively reduce poverty, catalyze economic development and meaningfully contribute to social stability, the SME sector needs to be accorded priority status.

References:

1. Ansoff, H. J. (1979). *Strategic Management*. London: MacMillan
2. Armstrong, J. S. (1982). The value of formal planning for strategic decisions: review of empirical research. *Strategic Management Journal* 3 (30), 197 – 121
3. Boyd, B. K. (2001). Strategic performance and financial planning: a meta-analysis review. *Journal of Management Studies*, 28(4), 353 – 374.
4. Brinckmann, J; Guidnik, D; Kaspas, D. (2010). Should entrepreneurs plan or just storm the castle? A meta-analysis on contextual factors impacting the business planning performance relationships in small firms. *Journal of Business Venturing* 25(1), 25 – 40.
5. Burns, T. and Stalker, G. M. (1961). *The Management of Innovation*, London: Tavistock.
6. Clayton, T. (2016). Long term planning: a mus, *New Zealand Manufacturer*, 15, 3 – 10.
7. Donaldso, L. (2001). *The contingency theory of organizations*. Sage Publications



8. Georgakellos, D. A. and Murcis, A. M. (2009). Application of the semantic learning approach in the feasibility studies preparation training process: *Information Systems Management* 26(3), 231-240
9. Gibson, G. (2005). Longitudinal Analysis of Relationships Between Planning and Performance in Small Firms, *Journal of Business and Economics* 25(3), 207 – 222.
10. Hein, A. M; Tziolas, A. C; Osborne, R., (2011). Project Icarus: Stakeholder Scenarios for an Interstellar Exploration Program, *IBIS*, 64, 224 – 233.
11. Koontz H and O'Donnel, C. (1976). *Management: A Systems and Contingency Analysis of Managerial Functions*, McGraw Hill, New York
12. Miles, R. E.; Snow, C. C. (1978). *Organization strategy, structure and process*, New York, McGraw Hill

EXAMINING THE DIMINISHING POWER OF THE STATE RELATIVE TO INDIVIDUAL RIGHTS AS A RESULT OF HUMAN RIGHTS DEVELOPMENT

Jamshid JozMohammadpour / PhD Candidate in Public International Law, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

Leila Raeisi Dezaki / Full Professor and Faculty Member, Department of International Law, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran. *Corresponding Author.*

Zeynab PourKhaghan / Assistant Professor and Faculty Member, Department of International Law, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

Abstract

This research examines the diminishing power of the state relative to individual rights as a result of the development of human rights. Human rights are considered one of the most fundamental topics in both domestic and international law. The primary research question is whether the state's power over individual rights has decreased due to the advancement of human rights. The main hypothesis posits that the state's authority has been impacted by the emergence of modern international law and the expansion of individual rights, with human rights significantly contributing to the reduction of state power. This study utilizes various library resources and articles, employing a scientific and analytical research methodology to analyze the data. Historically, states granted the greatest rights to those in power while imposing the maximum obligations on ordinary citizens. However, the findings of this study reveal that the spread of rationality and intellectual engagement in human rights concepts has disrupted this unreasonable relationship. From a legal perspective, and even considering mutual interests, states are now required to respect individual rights and play an active role in advancing human rights. Today, the language of international human rights documents is obligation-centered concerning states and rights-focused regarding individuals.

Keywords: Equality, freedom, human rights, justice, state power

AN ANALYSIS OF THE CONDITIONS AND OBSTACLES TO THE SEIZURE OF REAL PROPERTY IN THE IRANIAN JUDICIAL AND REGISTRATION SYSTEM

Dr Mohammad Bagher Ghorbanvand

Department of Private Law, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran

Abstract:

This article aims to provide a comprehensive examination of the legal and procedural challenges, obstacles, and shortcomings in the process of seizing real property and enforcing enforceable instruments within the legal system of Iran. The seizure of real estate, as one of the most significant mechanisms for safeguarding creditors' rights, faces numerous practical barriers that hinder the full realization of justice and the effective functioning of the legal framework. The legal and procedural impediments to the seizure of real property are analyzed in two main dimensions: the multiplicity of judicial and non-judicial authorities involved, and the complexities arising from the inherent characteristics of the properties subject to seizure. of enforceable instruments. These include issues related to *debt exemptions* (mostathnayāt al-dayn), the lack of clear legal definitions and precise identification of their scope, ambiguities surrounding the seizure of certain special categories of property such as state-owned and municipal assets, as well as the possibility for debtors to evade seizure through sham transactions or the transfer of assets. Additionally, practical barriers in the auction process—such as the absence of parties to the dispute, objections by interested third parties, fluctuations in property value, and the lack of buyers—are identified as key impediments to the effective enforcement of judgments. The findings of the research indicate that the overlapping jurisdiction of different authorities, the absence of a unified electronic registration system, legal ambiguities regarding debt exemptions and non-seizable property, and the protracted nature of enforcement procedures constitute the main obstacles in this domain. Finally, based on the research outcomes, several recommendations are proposed, including legislative reforms, the integration of registration systems, and the strengthening of enforcement guarantees, with the aim of expediting and enhancing transparency in the property seizure process.

Keywords: Debt Exemptions, Judgment Enforcement, Property Seizure, Registration Enforcement

HARNESSING LIVESTOCK ECONOMICS FOR SUSTAINABLE GROWTH IN PAKISTAN WITH PATHWAYS TO PRODUCTIVITY, PROFITABILITY, AND RURAL PROSPERITY



MUHAMMAD FAISAL

Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University

System Development Specialist (CCT/NSER) at CRISP World Bank Project BISP

Former MIS/IT Specialist, at SIRA World Bank Project at CCAR

Former Director (HRIMS), Ministry of Human Rights Commission, Pakistan.

Asian Countries General Coordinator, ASES Congress, Turkey.

International Editor in Jurnal Mercumatika, Indonesia.

International Editor in Jurnal Pendidikan Matematika RAFA, Indonesia.

International Editor in TechHub Research Conference, Bucuresti, Romania.

International Editor and Scientific committee member in ICONTECH International Journal, Turkey

Organizing & Scientific Committee Member in 4. International Ankara Multidisciplinary Studies

Scientific Committee Member in AHI EVRAN 2nd International Conference on Scientific Research

Kirsehir Ahi Evran University

Scientific Committee Member in 7th INTERNATIONAL NEW YORK CONFERENCE ON EVOLVING TRENDS IN INTERDISCIPLINARY RESEARCH & PRACTICES New York City

Nominated as Scientific Board & Organizing Committee Member from ASES Congress Education

Nominated as Scientific Board & Organizing Committee Member from ASES Congress Health

II. International Health and Sports Sciences Congress in Sivas

Nominated as Scientific and Advisory Board Member from 1st BİLSEL INTERNATIONAL WORLD

SCIENCE AND RESEARCH CONGRESS-İSTANBUL

ORCID: 0000-0002-5797-766X

Abstract

Livestock is a cornerstone of Pakistan's agrarian economy, contributing approximately 60% to the agricultural GDP and serving as a primary source of livelihood for nearly 8 million rural families. Despite its vast potential, the sector remains under-optimized due to fragmented production systems, inadequate veterinary services, and weak market linkages. This study explores the dynamics of livestock economics in Pakistan through an integrated lens of productivity, sustainability, and digital transformation. By analyzing trends in milk, meat, poultry, and by-product markets, it identifies key determinants of profitability such as feed efficiency, breed improvement, disease control, and value-chain modernization. The paper also highlights the role of technology-driven models such as AI-based herd monitoring, block chain-enabled traceability, and digital livestock marketplaces in enhancing economic returns and transparency. Policy recommendations focus on improving farmer access to microcredit, insurance, and export facilitation under the national "Livestock Vision 2030." Strengthening this sector could not only uplift rural incomes and women's participation but also contribute significantly to food security, foreign exchange earnings, and climate resilience. The research concludes that a coordinated approach among government, academia, and the private sector can transform livestock economics from subsistence to a sustainable, high-value industry ensuring equitable benefits for all stakeholders.



Keywords: potential, under-optimized, inadequate, determinants, modernization.

PUBLIC EXPENDITURE AND WELL-BEING: A CROSS-COUNTRY ANALYSIS**Laura DĂCONU (MAXIM)**

Prof. Dr., “Alexandru Ioan Cuza” University of Iasi, Faculty of Economics and Business
Administration, Department of Economics and International Relations, Iasi, Romania

ORCID: 0000-0001-5745-3850**Cristian C. POPESCU**

Prof. Dr., “Alexandru Ioan Cuza” University of Iasi, Faculty of Economics and Business
Administration, Department of Economics and International Relations, Iasi, Romania

ORCID: 0000-0002-0424-8754**Mihai-Bogdan PETRIȘOR**

Prof. Dr., “Alexandru Ioan Cuza” University of Iasi, Faculty of Economics and Business
Administration, Department of Finance, Money and Public Administration, Iasi, Romania

ORCID: 0000-0002-5821-3004**Abstract**

The impact of governments' aid on economic growth has largely been debated and the results varied across studies. Some analysts argued that aid contributes to growth and growth has a positive multiplier effect on poverty and welfare. On the other side, there are also voices saying that the benefits of economic growth for the poor are undermined or even offset by the sharp increases in inequality that accompany growth. Other studies investigated how the overall size of government affects the general life satisfaction of citizens. A large part of them concluded that increased government spending in areas such as health, education and social protection tends to improve the indicators of well-being, but the size of the effect depends on income level, governance quality and spending efficiency. Considering all these aspects, the purpose of the present study is to quantify the impact of different categories of public expenditure on the well-being on a sample of 16 states, during the period 2000-2020. Our results indicate that social protection expenditure contributes to improving the subjective well-being especially in low and middle-income countries. Our findings also underline that not only the quantity but also the quality and targeting of public expenditure are important for promoting the well-being.

Keywords: public expenditure, well-being, government size, social protection.

OPPORTUNITIES FOR MSMEs WITHIN THE CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY ECOSYSTEM IN THE DIGITAL ERA

Alya Viyan NADA

¹UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

¹ORCID ID: 0009-0004-5053-2934

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) are essential contributors to inclusive economic development, particularly in emerging markets. In the context of digital transformation, the intersection between the creative economy and halal industry opens up promising avenues for MSMEs to innovate, expand their customer base, and strengthen their market position. This paper investigates how MSMEs can capitalize on these sectors to foster long-term growth and global competitiveness.

Materials and Methods: This study utilizes a qualitative methodology, incorporating a comprehensive review of existing literature, policy frameworks, and selected case studies of MSMEs engaged in creative and halal-based ventures. Data were gathered through interviews with business owners, policymakers, and industry practitioners, complemented by an analysis of digital tools and market dynamics relevant to MSMEs.

Results: The research reveals that MSMEs integrating creative strategies such as visual identity, product storytelling, and digital branding, with halal certification benefit from increased consumer confidence, wider market penetration, and stronger online visibility. Key success factors include government support, digital skill development, and access to online marketplaces.

Discussion and Conclusion: The fusion of creative economy principles with halal industry standards provides MSMEs with a strategic advantage to differentiate their offerings while aligning with ethical and cultural expectations. To fully leverage these opportunities, MSMEs must embrace digital innovation, pursue halal compliance, and continuously adapt to market trends. Stakeholders and policymakers are encouraged to build enabling environments through capacity-building programs, incentives, and infrastructure support.

Key Words: MSMEs, Creative Economy, Halal Industry, Digital Innovation, Ethical Branding, Inclusive Growth, Market Expansion

THE GLOBAL INTEGRATION OF SCIENCE AND ART: A PATHWAY TOWARD CREATIVE KNOWLEDGE AND CULTURAL ADVANCEMENT

Cinta Amalia Sukma¹

¹ UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia.

¹ORCID ID: 0009-0001-2369-3423

ABSTRACT

Introduction and Purpose: In today's interconnected world, the boundaries between disciplines are becoming increasingly fluid. The integration of science and art represents a transformative approach to knowledge creation—one that combines analytical reasoning with creative expression. This article aims to explore how global collaborations between scientists and artists can foster creative knowledge and contribute to cultural advancement. By bridging the gap between empirical inquiry and imaginative interpretation, such integration offers new pathways for innovation, public engagement, and cultural enrichment.

Materials and Methods: This study employs a qualitative research methodology, primarily based on literature review and case study analysis. Sources include academic journals, UNESCO cultural reports, and documentation of international collaborative projects that merge scientific and artistic practices. The research uses thematic synthesis and comparative analysis to identify patterns of integration, assess their impact, and understand the dynamics of interdisciplinary collaboration. In some cases, expert interviews are considered to gain deeper insights into the motivations and outcomes of these initiatives.

Results: The findings reveal that integrating science and art leads to innovative outcomes across various domains. Examples include bio-art installations that visualize genetic processes, data-driven artworks that make complex scientific information more accessible, and interactive exhibits that engage audiences in environmental awareness. These projects not only enhance public understanding of scientific issues but also promote inclusive cultural participation. Moreover, they demonstrate how artistic interpretation can enrich scientific communication and expand the boundaries of creative expression.

Discussion and Conclusion: The integration of science and art is more than a fusion of methods—it is a reimagining of how knowledge is produced and shared. This interdisciplinary approach encourages holistic thinking, fosters empathy, and opens new avenues for social innovation. The article concludes that science-art collaboration is a strategic pathway toward sustainable cultural progress and creative knowledge. To maximize its global impact, support



from educational institutions, cultural organizations, and policy makers is essential. Such support can help cultivate environments where creativity and inquiry thrive together.

Key Words: Science-art integration, creative knowledge, cultural advancement, transdisciplinary collaboration, STEAM education, innovation, public engagement, global culture

REVITALIZING LOCAL CULTURAL VALUES IN THE DIGITAL ERA: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR THE YOUNGER GENERATION

Muh FATKHURROZI

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid, Faculty of Islamic Economics and Business,
Sharia Economics, Central Java, Indonesian

ORCID ID: 0009-0008-2716-4271

ABSTRACT

The rapid development of digital technology has significantly transformed the way people interact, create, and understand their cultural identities. Within the dynamics of globalization and the widespread influence of digital media, local cultural values are facing serious challenges such as homogenization, cultural erosion, and declining interest among younger generations toward ancestral traditions. This research aims to explore strategies for revitalizing local culture through creative, participatory, and technology-based approaches that align with contemporary realities. The study employs a qualitative descriptive method through literature review, observation of cultural preservation practices on social media, and analysis of selected digital artworks that reinterpret traditional motifs and narratives. The findings indicate that digital platforms serve as new cultural spaces that enable the dissemination, reinterpretation, and creative reproduction of local traditions. However, effective revitalization requires active collaboration among artists, educators, policymakers, and cultural communities to ensure that technology functions as a medium of empowerment rather than cultural displacement. The revitalization of cultural values should not merely preserve physical or performative aspects of tradition but also recontextualize meanings and social functions that resonate with modern audiences. In conclusion, this research highlights that cultural sustainability in the digital era depends on innovation, inclusivity, and the continuous dialogue between tradition and modernity. The study contributes to a deeper understanding of how digital creativity can strengthen national and cultural identity in the midst of global modernity.

Keywords: Local Culture, Digitalization, Young Generation, Preservation, Creativity

THE ROLE OF THE CREATIVE ECONOMY AND HALAL SECTOR IN THE GROWTH OF RELIGIOUS TOURISM IN INDONESIA

Angga Candra Winata

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0009-0005-0224-9517

Abstrack

This study aims to examine the contribution of the creative economy and halal industry in strengthening the position of Indonesian religious tourism at the global level, while formulating adaptive strategies to various local and international challenges. The approach used is deductive with quantitative methods, using instruments in the form of structured questionnaires distributed online and in person. The variables studied include product creativity, halal service quality, religious tourism experience, and intention to revisit. The data obtained were analyzed using a regression model to determine the influence of the creative economy and halal industry on tourist satisfaction and loyalty. The results of the study show that product innovation based on local wisdom and the consistent application of halal standards have a significant positive impact on destination attractiveness, satisfaction levels, and visitor loyalty, including the desire to recommend it to the international market. However, this study also identified obstacles such as limited digital infrastructure, complex halal certification processes, and low innovation adoption among SME operators. These findings underscore the importance of collaboration between the government, businesses, local communities, and academia in building an inclusive, technology-based, globally competitive halal tourism ecosystem to strengthen Indonesia's position Indonesia as a leading global destination for halal and religious tourism.

Keywords: Creative economy, Halal industry, Religious tourism, Indonesia, Global competitiveness



ECONOMIC COMPASSION: BUILDING A FUTURE WHERE GROWTH MEETS HUMANITY

Sifatul RAHMA¹

¹Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economic, Central Java, Indonesia¹

ORCID ID: 0009-0008-3013-6925

ABSTRACT

In an era where economic growth often overshadows human welfare, the idea of compassion becomes a transformative force that redefines prosperity. This study explores the moral and social dimensions of sustainable economic systems rooted in empathy, equity, and collective responsibility. Through a qualitative approach combining literature review and socio-economic analysis, the research highlights how compassion can serve as both a guiding principle and a practical framework for inclusive development. Findings suggest that economies driven by empathy promote not only financial resilience but also emotional and ecological well-being. Growth, when intertwined with humanity, evolves from mere accumulation into restorationrestoring balance, justice, and dignity within society. Thus, economic compassion emerges as the ethical compass of our time, pointing toward a future where sustainability is measured not only by profit but by the depth of care we extend to one another and to the planet we share.

Key Words: sustainable economy, compassion, human values, social equity, ethical development

**THE LAW OF BUYING AND SELLING TRANSACTION IN ISLAMIC
EKONOMICS: DISCUSSES THE REGULATIONS GOVERNING BUYING AND
SELLING TRANSACTIONS IN ACCORDANCE WITH SHARIA**

Eri Sisca Amalia

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0009-0002-0526-1931

Abstract

Regulation in Sale and Purchase Transactions based on Sharia Economics: An Analysis of the Laws Regulating " Buying and Selling in accordance with Sharia Principles" with an emphasis on in-depth details of the sub-chapter structure. In the discussion of buying and selling in the Shariah-based economy, the definition of buying and selling from an Islamic perspective and how it differs from the conventional model are explained, along with the fundamental principles underlying the transaction, such as fairness and integrity. In addition, arguments from the Qur'an and Hadith that support the practice of buying and selling are elaborated to provide a comprehensive understanding. Examines the regulations and laws governing buying and selling in Islamic fiqh, including the terms and conditions of buying and selling as well as the different types of contracts used. Prohibitions in buying and selling transactions that contradict sharia are also reviewed, such as *riba* and *maysir*. A comparison between the laws of buying and selling in conventional and Islamic economies highlights significant differences in practice and regulation. Identifies the implementation of sharia buying and selling regulations in Indonesia, highlighting the relevant laws and the role of Islamic financial institutions. Finally, it discusses the challenges faced in the implementation of sharia buying and selling law, as well as workable solutions to improve compliance with sharia law, such as public education and strengthening regulations. Thus, this journal provides a holistic insight into the law of buying and selling transactions in the context of Islamic economics.

Keywords: economics law, business



GREEN AESTHETICS: INTEGRATING LOCAL WISDOM AND SUSTAINABLE DESIGN IN INDONESIA'S ENVIRONMENTAL FUTURE

Ayu Dwi SRIKANTHI¹

¹Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economic, Central Java, Indonesia¹

ORCID ID: 0009-0001-1177-0049

ABSTRACT

The global environmental crisis has transformed design and creative practices into essential tools for sustainability. In Indonesia, the integration of local wisdom with modern ecological design offers a unique pathway toward a greener and more inclusive future. This study examines how traditional architectural principles, community-based crafts, and eco-friendly materials are reinterpreted by contemporary designers to promote environmental consciousness. Using qualitative analysis and case studies of Indonesian creative projects, the research highlights how sustainable design can emerge not only as a technical response to climate change but also as a cultural expression rooted in harmony with nature. The findings reveal that when local values meet sustainable innovation, design becomes a bridge between tradition and transformation creating aesthetic experiences that nurture both human well-being and ecological balance.

Key Words: Sustainability, Environmental Design, Local Wisdom, Indonesian Architecture, Eco-Culture



BUILDING A SHARIA-BASED ECONOMY: THE ROLE OF SHARIA ECONOMIC LAW IN SUPPORTING THE GROWTH AND PROSPERITY OF MSMEs IN INDONESIA

ROFIYANA

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0009-0006-3921-4841

HENDRI HERMAWAN ADINUGRAHA

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0009-0003-5488-8252

Abstract

This research aims to describe the role of sharia economic law in encouraging growth and improving the welfare of MSMEs in Indonesia. The writing is done through a literature study method by reviewing journals and books relevant to business management in the trade sector. The approach used is descriptive qualitative research, which focuses on efforts to describe, analyze, and evaluate the impact of Islamic economic law on the development and welfare of MSMEs in Indonesia. Secondary data was obtained from various literatures that discuss Islamic economics, such as books, scientific articles, and law journals. Some of the challenges in implementing sharia economic law in the Indonesian MSME sector include the low level of public understanding and trust in sharia-based financial institutions, lack of comprehensive knowledge of the principles of sharia economic law, and lack of support and protection from the government. In this context, building a sharia-based economy in Indonesia is not just an option, but a strategic necessity to realize fair and sustainable economic growth.

Keywords : Sharia Economic Law, Welfare and MSMEs

INTEGRATION OF RELIGIOUS AND GENERAL SCIENCES IN THE ISLAMIC SCIENTIFIC PARADIGM

Fikri Novrial AZHAR

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ORCID ID : 0009-0000-3093-1445

Abstract

The Islamic scientific paradigm is a framework that makes the Qur'an the main source of truth in developing science. In the development of modern thought, there is still a dichotomy that separates religious and general sciences. Religious sciences are often seen as limited to issues of human relationships with God and social interactions, while general sciences are considered to focus only on natural phenomena and worldly aspects. This dichotomy has led to the view that the two disciplines operate separately and even contradict each other. However, the Islamic scientific paradigm emphasizes that religious knowledge is actually comprehensive, covering all aspects of human life, including social, cultural, economic and scientific fields. This research uses a qualitative method with a literature study approach to examine the relationship between religious and general sciences in an Islamic perspective. The results of the study show that the integration of the two is very important to build a complete and sustainable scientific epistemology. The Islamic scientific paradigm is not only a philosophical basis in understanding reality, but also an instrument in answering contemporary problems. The discovery and development of science in an Islamic perspective must be in line with the values of revelation, so as to produce science that is not only empirically useful, but also ethically and spiritually valuable. Thus, the Islamic scientific paradigm is present as an effort to harmonize between scientific rationality and religious values, as well as being the basis for the development of science that is oriented towards the universal benefit of humanity.

Keywords: Paradigm, Islamic, and Science.

THE DIGITAL REVOLUTION AND AI: REDEFINING GLOBAL SOCIAL AND CULTURAL DYNAMICS IN THE 21ST CENTURY

Prawinda Mutiara QALBU¹

¹UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic economics, Pekalongan, Indonesia¹

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The digital revolution and Artificial Intelligence (AI) have not only transformed economic systems but also deeply reshaped global social and cultural landscapes. From communication patterns to identity formation, technology is redefining how individuals interact, perceive, and participate in society. The purpose of this study is to explore the social and cultural implications of digitalization and AI, focusing on how these technologies influence human behavior, cultural diversity, and collective values across different regions.

Materials and Methods: This research employs a qualitative-descriptive approach through an integrative review of recent interdisciplinary literature (2019–2024), supported by data from UNESCO, OECD, and the World Economic Forum. The analysis centers on three major dimensions: (1) social interaction and digital identity, (2) cultural adaptation and preservation, and (3) ethical challenges and inclusivity in the AI era.

Results: Findings reveal that digital technologies foster global connectivity, cultural hybridization, and democratization of information. However, they also contribute to social polarization, cultural homogenization, and the erosion of local traditions. AI-driven content personalization can reinforce echo chambers, limiting intercultural understanding. Meanwhile, digital spaces have become new arenas for cultural expression, activism, and resistance.

Discussion and Conclusion: The intersection of technology, society, and culture defines the core of the 21st-century transformation. To ensure cultural sustainability, societies must balance innovation with ethical and inclusive governance. The study concludes that the digital revolution and AI hold the potential to enrich global culture if guided by principles of diversity, empathy, and human-centered development.

Key Words: Digital Culture; Artificial Intelligence; Social Change; Cultural Diversity; Globalization.

DIGITAL HUMAN CAPITAL STRATEGY ; IMPROVING COMPANY PERFORMANCE**Sulis Ari Arofaturun**

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ABSTRACT

In today's world, business competition is increasingly fierce, and companies must be able to manage their employees well so that they can work to their full potential. This study discusses various ways companies can improve employee performance, especially amid ongoing global changes. In addition, this article also discusses digital HR strategies and how technology can help companies develop better. With the rapid development of technology, companies need to adjust the way they manage their human resources to be more effective. Digital technology not only helps speed up administrative work, but also creates a more comfortable and productive work environment. In this study, the method used was a literature study, which involved collecting information from books, journals, articles, and other relevant sources. The results of the study prove that the application of technology in HR management has a significant impact on company performance. With digital systems, work becomes more efficient, the employee recruitment process can be faster, and employee engagement and satisfaction also increase. But of course, there are challenges that must be faced, such as employees who find it difficult to accept change or lack the skills to use technology. Therefore, it is important for companies to truly understand how digital HR strategies can be implemented effectively. If done correctly, companies can become more competitive and successful in the long term by leveraging technology to manage human resources more efficiently.

Keywords: Digital HR strategy, Company performance, Technology, Human resource management, Synergy

LITERATURE STUDY: THE ROLE OF INFRASTRUCTURE IN IMPROVING RURAL COMMUNITY WELFARE

Nadia Safitri

UIN K.H. Abdurrahman Wahid

Pekalongan

Abstract

This research aims to examine the role of infrastructure in improving the welfare of rural communities. The background of the research is based on the importance of basic access such as roads, clean water, electricity, and telecommunications connections to support economic activities and social services in villages. The main problems are limited access, poor infrastructure quality, and maintenance challenges that hinder long term benefits. The qualitative literature review was conducted by aiming at scientific articles, government reports, and case studies from the five past year. Sources were selected based on relevance and quality, then analyzed thematically to identify the pathways of infrastructure's impact on income, health, and education. Findings show that roads and electricity improve market access and agricultural productivity, while water and sanitation improve public health and school attendance. Telecommunications connectivity facilitates information and marketing of local products. The strongest impacts occur when infrastructure investment is accompanied by training, access to capital, and community engagement. Challenges include funding, maintenance capacity, and climate change risks. Integrated infrastructure planning can enhance rural well being through economic and social pathways. Recommendations include participatory planning, sustainable financing mechanisms, strengthened maintenance, and periodic evaluation to ensure benefits for vulnerable groups. Further studies are needed to measure long term impacts and regional differences, as well as to assess the effectiveness of interventions for highly vulnerable groups in a comprehensive and sustainable manner.

Keywords: Infrastructure, Welfare, Rural Communities.

EĞİTİMDE YAPAY ZEKA KULLANIMI: FIRSATLAR VE ZORLUKLAR**Riri Eriska FEBRIYANTI¹**

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

ORCID ID: 0009-0007-0926-2583**Özet**

Yapay zeka (AI), eğitim dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde dönüşümün katalizörü haline gelmiştir. Bu makale, eğitim bağlamında AI kullanımını eleştirel bir bakış açısıyla incelemek ve bunun beraberinde getirdiği potansiyel fırsatları ve zorlukları vurgulamayı amaçlamaktadır. Literatür çalışmalarına dayanan niteliksel-betimsel bir yaklaşımla, tartışma, uyarlanabilir öğrenme sistemleri, sohbet robotu tabanlı sanal asistanlar ve kişiselleştirilmiş öğrenme için veri analizi gibi öğrenme sürecinde AI teknolojisinin uygulanmasına odaklanmaktadır. Bu teknolojinin, özellikle öğrenci merkezli öğrenmeyi desteklemek suretiyle eğitimin verimliliğini, etkinliğini ve erişilebilirliğini artırabileceği düşünülmektedir. Eğitimde AI'nın benimsenmesi, bir dizi karmaşık zorluk da ortaya çıkarmaktadır. Dijital uçurum, altyapı sınırlamaları, kişisel verilerin korunması ve eğitim sürecinin insanlıktan uzaklaşmasıyla ilgili endişeler gibi konular öncelikli kaygı kaynaklarıdır. Eğitimcilerin AI teknolojisini pedagojik uygulamalara entegre etmeye hazır olmaları da uygulamanın başarısında belirleyici bir faktördür. Bu makale, eğitimde AI kullanımının, kapsayıcı ve sürdürülebilir bir eğitim ekosistemi oluşturmak için kapsamlı politikalar, eğitimciler için sürekli eğitim ve sektörler arası işbirliği ile birlikte uygulanması gerektiği sonucuna varmaktadır. AI, etik ve stratejik bir yaklaşımla dijital çağda öğretmenlerin rolünü güçlendiren ve kaliteli eğitimin kapsamını genişleten bir destek aracı olma potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zeka, Eğitim Teknolojisi, Uyarlanabilir Öğrenme, Kişiselleştirilmiş Öğrenme, Eğitim Amaçlı Sohbet Robotları,

CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY IN THE CONTEXT OF DIGITALTRANSFORMATION OF MSMEs IN INDONESIA

Nur Khiba Sania

Faculty of Islamic economics and business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0009-0000-8023-6539

Abstract

The development of digital technology has had a major impact on global economic growth, including on Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in Indonesia, which are the backbone of the national economy. This article discusses the role of the creative economy and the halal industry in the context of digital transformation to strengthen the competitiveness of MSMEs. This study uses a qualitative approach based on a literature review, analyzing relevant sources such as books, journals, and previous research findings. The results show that the creative economy contributes by expanding market access through digital platforms, enhancing creativity and innovation, strengthening brands, and improving business efficiency. Meanwhile, the halal industry provides added value through halal certification, which not only increases domestic consumer confidence but also opens up opportunities in the global market. The synergy between digital transformation, the creative economy, and the halal industry is expected to create a sustainable MSME ecosystem. However, there are still several challenges to be faced, such as low halal awareness, the absence of global halal certification standards, and fierce competition from other countries. These findings emphasize the importance of multi-stakeholder collaboration, comprehensive regulations, and support for MSMEs in utilizing digital technology and halal certification to position Indonesia not only as a consumer but also as a leading producer in the halal industry.

Keywords: Creative Economy, Halal Industry, Digital Transformation, MSMEs, Competitiveness

**BÖLGESEL EKONOMİK KALKINMAYA YÖNELİK BİLİMSEL VE YENİLİKÇİ
YAKLAŞIMLAR: GÜNEYDOĞU ASYA'DAN DERSLER****Mukti Wibowo**UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, İslam Ekonomisi ve İşletme Fakültesi, şariat ekonomisi,
51161 rowolaku, Kajen**ORCID ID:** 0009-0005-3272-7890**ÖZET**

Güneydoğu Asya’da bölgesel ekonomik kalkınma, ülkelerin hızlı büyümeyi sürdürülebilirlik ve kapsayıcılıkla dengelemeye çalıştığı günümüz politika tartışmalarının odak noktası hâline gelmiştir. Bu çalışma, Güneydoğu Asya ülkelerinin bölgesel ekonomik dönüşümü hızlandırmak amacıyla benimsedikleri bilimsel ve yenilikçi yaklaşımları incelemektedir. Nitel karşılaştırmalı bir analiz yöntemi kullanılarak, Endonezya, Malezya, Tayland ve Vietnam’daki temel politika çerçeveleri değerlendirilmektedir. Araştırma, yenilik odaklı stratejilere, veriye dayalı politika yapımına ve sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin entegrasyonuna vurgu yapmaktadır. Bulgular, bölgesel ekonomik politikaların başarılı bir şekilde uygulanmasının, bilimsel araştırma, teknolojik yenilik ve duyarlı kamu yönetişi arasındaki sinerjiye büyük ölçüde bağlı olduğunu göstermektedir. Örneğin, Endonezya’nın kapsayıcı dijital ekonomi girişimleri ve Malezya’nın yeşil sanayi politikaları, kanıta dayalı karar alma süreçlerinin çevresel ve sosyal zorlukları ele alırken bölgesel rekabet gücünü nasıl artırabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, çalışma ASEAN platformları aracılığıyla yürütülen bölgesel iş birliğinin bilgi paylaşımını ve yeniliklerin yayılmasını teşvik ettiğini; bunun da uzun vadeli ekonomik dayanıklılık için kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, bilimsel yöntemlerle yenilikçi kamu politikalarının birleşimi, Güneydoğu Asya’nın sürdürülebilir ve adil bir bölgesel kalkınmaya ulaşması için güçlü bir yol sunmaktadır. Politika yapıcılara, kurumsal kapasiteleri güçlendirmeleri, araştırma ve yenilik ekosistemlerine yatırım yapmaları ve dijital ile pandemi sonrası dönemde kapsayıcı büyümeyi sürdürmek için sınır ötesi ortaklıkları teşvik etmeleri önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Bölgesel Kalkınma, Yenilik Politikası, Kanıta Dayalı Politika Yapımı, Sürdürülebilir Büyüme, Güneydoğu Asya.

**SCIENTIFIC AND INNOVATIVE APPROACHES TO REGIONAL ECONOMIC
DEVELOPMENT: LESSONS FROM SOUTHEAST ASIA****ABSTRACT**

Regional economic development in Southeast Asia has become a focal point of contemporary policy discourse, particularly as nations strive to balance rapid growth with sustainability and inclusivity. This study explores scientific and innovative approaches that have been adopted by Southeast Asian countries to accelerate regional economic transformation. Using a qualitative

comparative analysis, the research examines key policies and frameworks in Indonesia, Malaysia, Thailand, and Vietnam—emphasizing innovation-driven strategies, data-based policymaking, and the integration of sustainable development principles. Findings indicate that the successful implementation of regional economic policies depends heavily on the synergy between scientific research, technological innovation, and responsive public governance. For instance, Indonesia’s inclusive digital economy initiatives and Malaysia’s green industry policies highlight how evidence-based decision-making can enhance regional competitiveness while addressing environmental and social challenges. Furthermore, the study reveals that regional collaboration, particularly through ASEAN platforms, fosters knowledge sharing and innovation diffusion, which are critical for long-term economic resilience. This paper concludes that the fusion of scientific methods and innovative public policies provides a robust pathway for Southeast Asia to achieve sustainable and equitable regional development. Policymakers are encouraged to strengthen institutional capacities, invest in research and innovation ecosystems, and promote cross-border partnerships to sustain inclusive growth in the digital and post-pandemic era.

Keywords: Regional Development, Innovation Policy, Evidence-Based Policymaking, Sustainable Growth, Southeast Asia.

FINTECH INNOVATION IN ENCOURAGING FINANCIAL INCLUSION IN THE DIGITAL ERA

Muhammad Usman Ariffianto

Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The development of digital technology has given rise to various innovations in the financial services sector, one of which is financial technology (fintech). Fintech innovations provide easier access to faster, more efficient, and more affordable financial services for the public, especially the unbanked and underbanked. This study aims to analyze the role of fintech innovations in driving financial inclusion in the digital era, with a focus on digital payment services, online loans, investments, and Sharia-based fintech. The research method uses a qualitative descriptive approach through literature studies and secondary data analysis from industry reports and academic publications. The results of the study indicate that fintech contributes significantly to increasing financial inclusion by opening access to capital for MSMEs, expanding the use of cashless transactions, and improving digital financial literacy among the public. However, challenges remain, such as low digital literacy, data security issues, and regulations that need to be strengthened to maintain financial system stability. In conclusion, fintech innovations have great potential to accelerate financial inclusion, provided they are balanced with adaptive regulations, public education, and collaboration between the government, financial institutions, and fintech players.

Keyword: Fintech, Digital Innovation, Financial Inclusion, MSMEs, Financial Literacy, Non-Cash Transactions

UTILIZATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FINTECH SERVICES

Elda Purwanti

Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The development of financial technology (fintech) has brought about significant transformations in the financial services system, one of which is through the use of Artificial Intelligence (AI). AI is used in various aspects of fintech services, from customer data analysis, fraud detection, financial product personalization, to digital payment system optimization. The presence of AI enables fintech companies to provide faster, more efficient, and more secure services, while increasing financial inclusion by reaching segments of society previously difficult to serve by conventional financial institutions. However, the use of AI also presents challenges, particularly related to data privacy, regulation, and the potential for digital inequality. Therefore, the application of AI in fintech requires synergy between technological innovation, adaptive regulations, and public financial literacy to ensure sustainable benefits.

Keyword: Artificial Intelligence, Fintech, Financial Inclusion, Digital Financial Services, Technological Innovation

INNOVATION MEETS FAITH: THE ROLE OF THE CREATIVE ECONOMY IN STRENGTHENING THE GLOBAL HALAL INDUSTRY

Gita Oktavia Rosita

Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

Abstract

The integration of innovation and faith has become a key driver in shaping the modern global economy, particularly through the intersection of the creative economy and the halal industry. This paper explores how creative industries contribute to the growth, diversification, and global competitiveness of the halal sector. The creative economy—encompassing design, fashion, culinary arts, digital media, and entertainment—plays a vital role in transforming traditional halal products and services into globally appealing brands that reflect ethical, cultural, and spiritual values. By merging creativity with Islamic principles, the halal industry not only meets the needs of Muslim consumers but also attracts non-Muslim markets seeking ethical and sustainable products. This study highlights the role of digital innovation, branding, and creative storytelling in promoting halal products, as well as the importance of collaboration between entrepreneurs, policymakers, and creative professionals in fostering inclusive development. Furthermore, government support through policies, education, and digital infrastructure strengthens the ecosystem for halal-based creative entrepreneurship. The research concludes that innovation within the creative economy acts as a catalyst for the halal industry's advancement, enhancing cultural identity, economic sustainability, and global market integration. Thus, aligning creativity with faith-based values can empower communities, open new economic opportunities, and position the halal industry as a pillar of ethical and creative global trade.

Keywords: Creative Economy, Halal Industry, Innovation, Ethical Consumption, Global Market

STRATEGIES FOR DEALING WITH REGULATION AND DATA SECURITY IN THE FINTECH ECOSYSTEM

Gita Oktavia Rosita, Mansur Chadi Mursid

Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

Abstract

The rapid growth of financial technology (fintech) has transformed the global financial landscape, offering more inclusive, efficient, and innovative services. However, this progress also introduces complex challenges related to regulatory compliance and data security. This paper explores strategies that fintech companies can implement to navigate regulatory frameworks while ensuring the protection of user data. The study highlights how regulatory uncertainty—especially concerning data protection laws, anti-money laundering (AML) regulations, and Know Your Customer (KYC) requirements—can impede innovation if not properly managed. By adopting a proactive compliance approach, leveraging regulatory technology (RegTech), and engaging in continuous dialogue with regulators, fintech firms can maintain operational flexibility while meeting legal obligations. Additionally, robust cybersecurity measures, including data encryption, multi-factor authentication, and artificial intelligence-based threat detection, are essential to safeguard sensitive financial information from cyberattacks and data breaches. The article also emphasizes the importance of fostering a culture of security awareness among employees and users to minimize human-related vulnerabilities. Through a balanced combination of technological innovation, regulatory collaboration, and ethical governance, fintech organizations can strengthen trust, enhance consumer protection, and promote sustainable industry growth. Ultimately, these strategies not only mitigate compliance and security risks but also position fintech as a resilient and trustworthy component of the modern financial ecosystem.

Keywords: Fintech, Regulation, Data Security, RegTech, Cybersecurity

ANALYSIS OF THE ROLE OF FINANCIAL LITERACY IN IMPROVING THE ECONOMIC INDEPENDENCE OF GENERATION Z: A LITERATURE REVIEW

Cantika Hanaina Zati¹
Hendri Hermawan Adinugraha²

Central Java, Indonesia²

Abstract

This study aims to analyze the role of financial literacy in enhancing the economic independence of Generation Z in the digital era. This study uses a qualitative method with a library research approach. Data were obtained from various literature sources such as scientific journals, books, and official reports relevant to the topic of financial literacy and the economic behavior of young people. The results of the study show that financial literacy plays an important role in shaping rational consumption, savings, and investment behaviors among Generation Z. Understanding basic financial concepts helps individuals make wiser economic decisions and reduces the risk of financial dependence. This study concludes that strengthening financial literacy education needs to be a focus in the education system and national economic policy.

Keywords: Economic independence, financial behavior, financial education, financial literacy, Generation Z.

Faculty of Islamic Economics and Business

STRENGTHENING THE SYNERGY BETWEEN THE CREATIVE ECONOMY AND THE HALAL INDUSTRY AS A STRATEGY FOR SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH IN INDONESIA

Alvi KHOERIYAH

UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Economics And Islamic Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

ABSTRACT

The creative economy and halal industry are two strategic sectors that have great potential in driving national economic growth. In Indonesia, as the country with the largest Muslim population in the world, demand for halal products and services continues to increase. This study aims to analyze how the integration of the creative economy and halal industry can create new economic opportunities and increase the competitiveness of local products in the global market. The research method used is a qualitative approach with literature study techniques and secondary data analysis from various sources such as scientific journals, government reports, and industry publications. The results of the analysis show that creative economy actors play an important role in strengthening the identity and added value of halal products through design innovation, digital content, packaging, and technology-based marketing strategies. In addition, collaboration between the government, business actors, academics, and communities is also a key factor in building a sustainable and inclusive halal industry ecosystem. In conclusion, strengthening the synergy between the creative economy and the halal industry can be an effective strategy in promoting economic growth that is not only oriented towards economic value, but also ethical and sustainability values. Therefore, holistic policy support is needed to develop this sector optimally.

Key Words: Creative economy, halal industry, innovation, economic growth, sustainability

DIGITAL ECONOMIC TRANSFORMATION: THE CONTRIBUTION OF FINANCIAL TECHNOLOGY TO MICRO AND MACRO ECONOMIES

¹Eva Tia Putri ²Mansur Chadi Mursid

UIN K.H. Abdurrahman Wahid, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economic, Central Java, Indonesian

ABSTRACT

The digital economic transformation has become a major catalyst in global economic development, including in Indonesia, with financial technology (fintech) as an important component that accelerates this change. This study aims to examine the contribution of fintech to the micro and macro economy, particularly in improving financial access, transaction efficiency, and the growth of micro, small, and medium enterprises (MSMEs). The methods used are literature studies and empirical analysis of secondary data to identify the impact of fintech on the micro level of business and its implications for the national economy. The results show that fintech expands financial inclusion by providing easy access to capital, improving digital payment systems, and encouraging user-friendly financial service innovations. At the micro level, fintech improves the capacity of MSMEs in financial management and business expansion, while at the macro level, its contribution is reflected in accelerated economic growth through increased productivity and job creation. However, challenges such as the digital divide, unequal financial literacy, and the need for adaptive regulations still need to be addressed to optimize the benefits of fintech. In conclusion, fintech is a significant driver of economic transformation for micro and macroeconomic development, with great potential to support national economic inclusion and sustainability.

Keywords: digital economic transformation, financial technology, MSMEs, microeconomics, macroeconomics.



DESCRIPTION OF STUDENT LEARNING DIFFICULTIES IN THE ACID-BASE MATERIAL AT UMARU MUSA YAR'ADUA UNIVERSITY KATSINA

Acid-base material is material that class XI IPA students study in the even semester. In this material, 80.38% of department of pure and Industrial chemistry at UMYU have yet to achieve the minimum criteria set. It indicates that students have learning difficulties. Learning difficulties are failures to attain learning goals characterized by low learning outcomes. This study aims to determine the percentage of students who experience learning difficulties for each indicator on acid-base material and determine the factors that cause learning difficulties experienced by students in terms of learning methods. Its research is a type of descriptive research. The sample for this research was students in department of pure and Industrial chemistry (UMYU) in the 2022/2023 academic year, which consisted of 118 people. The research instrument was a diagnostic test with two-tier multiple-choice questionnaires and interviews. The data analysis used is descriptive, namely analyzing and then providing an understanding of the data in the form of numbers so that an overview can be given in an orderly, concise, and clear manner. The results of this study stated that students had learning difficulties in acid-base material, with a percentage of 66.65% in the high category. The highest difficulty level is found in the first indicator (Analyzing the properties of the solution based on the acid-base theory according to Arrhenius, Bronsted-Lowry, and Lewis) of 72.88%. Ineffective learning methods cause learning difficulties experienced by students. Effective ways of learning are making study schedules and carrying them out, reading and taking notes, repeating subject matter, concentrating, and doing assignments.

PERAN FINANCIAL TECHNOLOGY DALAM MENINGKATKAN INKLUSI KEUANGAN DAN PERILAKU KONSUMEN DI INDONESIA

Rindang Wijayanti, Mansur Chadi Mursid

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

Abstrak:

Perkembangan teknologi digital telah melahirkan inovasi di sektor keuangan yang dikenal dengan Financial Technology (Fintech). Fenomena ini membawa perubahan signifikan dalam cara masyarakat mengakses, mengelola, dan menggunakan layanan keuangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran Fintech dalam mendorong inklusi keuangan serta dampaknya terhadap perilaku konsumen di Indonesia. Metode yang digunakan adalah studi literatur dari berbagai jurnal, laporan industri, serta data empiris dari lembaga keuangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Fintech berkontribusi pada peningkatan akses masyarakat terhadap layanan keuangan formal, terutama kelompok unbanked dan underbanked. Selain itu, hadirnya layanan dompet digital, peer-to-peer lending, serta pembayaran berbasis aplikasi turut memengaruhi perilaku konsumsi masyarakat menuju transaksi yang lebih cepat, efisien, dan transparan. Namun, perkembangan ini juga menghadirkan tantangan berupa isu keamanan data, literasi keuangan, serta regulasi yang harus disesuaikan dengan dinamika industri. Kesimpulannya, Fintech memiliki potensi besar dalam memperkuat sistem keuangan inklusif di Indonesia, tetapi memerlukan dukungan kebijakan dan literasi masyarakat agar manfaatnya dapat dirasakan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Financial Technology, Inklusi Keuangan, Perilaku Konsumen, Dompet Digital, Peer-to-Peer Lending

DYNAMICS OF PEOPLE'S PURCHASING POWER AS AN IMPACT OF THE INCREASE IN VALUE ADDED TAX (VAT) RATE IN INDONESIA

Nabilah Hakimah Al Huda

Faculty of Islamic Economics and Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid
Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0009-0006-2566-2248

Abstract

This study aims to analyze the dynamics of people's purchasing power as a result of the increase in the Value Added Tax (VAT) rate in Indonesia. This research uses a qualitative approach with a library research method, which examines various literatures, scientific journals, and secondary data related to public perceptions, changes in consumption patterns, and adaptation strategies of the community and the government. The results show that the VAT rate increase policy has a real impact on the decline in people's purchasing power. Public responses include negative perceptions of the policy, adjustments to the consumption structure through product substitution and selective savings, and the emergence of a more rational and frugal consumption lifestyle. In addition, the community's adaptation strategy is also supported by financial literacy. On the other hand, the government needs to strengthen compensation strategies, such as social assistance, fiscal incentives, and policy transparency, to maintain a balance between state revenue and public welfare. This study concludes that the success of the VAT increase policy is largely determined by the state's ability to manage its socio-economic impacts in an inclusive and sustainable manner.

Keywords: People's Purchasing Power, Value Added Tax (VAT)

SYNERGY BETWEEN THE CREATIVE ECONOMY AND THE HALAL INDUSTRY IN DRIVING SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH IN INDONESIA

Rindang Wijayanti

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

Abstrack:

Global economic developments indicate a significant shift toward the creative economy and halal industry as drivers of inclusive and sustainable economic growth. In Indonesia, these two sectors hold significant potential, supported by cultural richness, community creativity, and the world's largest Muslim population. This study aims to analyze the relationship between the creative economy and the halal industry in strengthening national competitiveness, increasing product added value, and creating new business opportunities. The methods used include literature review and descriptive analysis of secondary data from various official sources. The results indicate that the synergy between the creative economy and the halal industry can expand domestic and international markets, particularly through product innovation based on Islamic values, halal certification, and economic digitalization. Furthermore, strengthening collaboration between business actors, the government, and certification bodies is a key factor in optimizing the potential of both sectors. Therefore, the integration of the creative economy and the halal industry can be an effective strategy for realizing sustainable, ethical, and socially just economic growth.

Keywords: Creative Economy, Halal Industry, Innovation, Economic Growth, Sustainability

THE ROLE OF FINANCIAL TECHNOLOGY IN IMPROVING FINANCIAL INCLUSION AND CONSUMER BEHAVIOR IN INDONESIA

Rindang Wijayanti, Mansur Chadi Mursid

Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

Abstrak:

The development of digital technology has given rise to innovations in the financial sector known as Financial Technology (Fintech). This phenomenon has brought significant changes in how people access, manage, and use financial services. This study aims to analyze the role of Fintech in driving financial inclusion and its impact on consumer behavior in Indonesia. The method used is a literature review of various journals, industry reports, and empirical data from financial institutions. The results show that Fintech contributes to increasing public access to formal financial services, particularly for the unbanked and underbanked. Furthermore, the presence of digital wallet services, peer-to-peer lending, and app-based payments has influenced consumer behavior, leading to faster, more efficient, and more transparent transactions. However, these developments also present challenges in the form of data security, financial literacy, and regulations that must be adapted to industry dynamics. In conclusion, Fintech has significant potential to strengthen the inclusive financial system in Indonesia, but requires policy support and public literacy for its benefits to be realized sustainably.

Keywords: Financial Technology, Financial Inclusion, Consumer Behavior, Digital Wallet, Peer-to-Peer Lending

**ARNAVUTLUK TİRANINDA 16-18 YAŞ ARASI ERKEK BASKETBOLCULARINDA
DURUŞ DENGELİĞİ****Ornela BERIBASHI¹, Migena PLASA²**^{*1}Zorunlu Sağlık Sigortası Fonu Uzmanı, Tiran, Arnavutluk²Tiran Spor Üniversitesi, Spor Araştırma Enstitüsü, Spor Performansı Bölümü, Tiran, Arnavutluk**ORCID Code:** 0009-0002-3495-4702**ÖZET**

Bu çalışmanın amacı, 10 haftalık düzeltici egzersiz programının 16-18 yaş arası erkek basketbol oyuncularında duruş stabilitesinin iyileştirilmesine nasıl etki ettiğini değerlendirmektir. Omurga anormallikleri takım sporlarında bile görülebilir. Arnavutluk'un başkenti Tiran'da bulunan 3 farklı Spor Federasyonu'ndan, ortalama yaşları 18 olan toplam 30 erkek basketbol oyuncusu rastgele seçilerek iki gruba ayrıldı: Deney Grubu No. 15 (EXG) ve Kontrol Grubu No. 15 (COG). İki çalışma grubunun antropometrik ölçümleri, Vücut Boyu cm (EXG-181.22±1.73 ve COG-179.26 ± 1.69), Vücut Ağırlığı kg (EXG-74.84 ± 4.72 ve COG- 82.27 ± 4.24) ve BKİ kg/m² (EXG-21.73 ± 3.34 ve COG- 22.27 ± 1.42) olarak alındı. Vücut duruşunu incelemek için Zebris sistem yazılımı Win Spine 2.3 kullanıldı; Kifoz/°, Lordoz/°, Sol Skolyoz/° Sağ 10 haftalık antrenmandan önce ve sonra. %95 güven aralığında ölçülen grup farklılıkları değişkenlere uygulandı. P<0.05 olduğunda istatistiksel anlamlılık kabul edildi. Düzeltici egzersizler, lordotik eğrinin olası normalleşmesiyle birlikte, anlamlı bir değişiklik (p=0.013) üretti. Bu çalışmanın sonuçları, U-18 erkek basketbol oyuncularında 10 hafta boyunca uygulanan düzeltici egzersizlerle kifoz-lordozda duruş stabilitesinde iyileşmeler olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, doğru vücut duruşunu korumak ve ergenlerin fiziksel sağlığına katkıda bulunmak için bazı düzeltici egzersizler uygulamanın önemini vurgulamaktadır. Bu yaş grubundaki egzersizlerin etkisiyle omurganın genel sagittal şekli değişebilir.

Anahtar Kelimeler: basketbolcular, duruş, kifoz, lordoz.**POSTURAL STABILITY IN 16-18-YEAR-OLD BOYS' BASKETBALL PLAYERS IN
TIRANA OF ALBANIA****ABSTRACT**

The purpose of this study was to assess how 10 weeks of program corrective exercise affected the improvement of postural stability in 16-18year-old boys basketball players. Spinal abnormalities are seen even in team sports. In total No. 30 boys' basketball players from 3 different Sports Associations in Tirana, Albania mean aged 18 years were chosen at random and split into two groups: Experimental Group No. 15 (EXG) and Control Group No. 15 (COG). Anthropometric measures were taken of the two study groups in Body Height cm (EXG-181.22± 1.73 & COG-179.26 ± 1.69), Body Weight kg (EXG-74.84 ± 4.72 & COG- 82.27 ± 4.24) and BMI kg/m² (EXG-21.73± 3.34 & COG- 22.27 ± 1.42). Zebris system software, Win

Spine 2.3, was used to examine body posture in parameters; Kyphosis/ $^{\circ}$, Lordosis/ $^{\circ}$, Left Scoliosis/ $^{\circ}$ Right Before and After training for 10 weeks. Group differences measured in 95% confidence interval was applied to variables. At $p < 0.05$, statistical significance was recognized. Corrective exercises produced a significant change ($p = 0.013$), with possible normalization of the lordotic curve. The results of this study showed improvements in postural stability in kyphosis-lordosis by practicing corrective exercises for 10 weeks in U-18 boys' basketball players. These findings highlight the importance of practicing some corrective exercises to maintain correct body posture and contribute to the physical health of adolescents. The overall sagittal shape of the spine may change under the influence of exercises in this age group.

Keywords: basketball boys, posture, kyphosis, lordosis.

INTRODUCTION

To meet the demands of this sport, players must demonstrate high levels of both anaerobic and aerobic capacity, as well as attributes such as strength, agility, multidirectional mobility, leaping ability, endurance, and sprinting performance (Ramos et al., 2019). Basketball is one of the most popular sports in the world, requiring a combination of physical, tactical, physiological, and mental skills for success (Erčulj & Štrumbelj, 2015). Because of these requirements, coaches working with young athletes are encouraged to conduct regular physical and anthropometric assessments. Such evaluations help tailor training programs to athletes' developmental stages and maturity levels, ensuring that biological diversity among players is properly addressed (Lloyd et al., 2014; Malina et al., 2004). Postural stability is defined as the ability to maintain the body's center of gravity within the base of support (Huang & Brown, 2013). Effective postural control is achieved through neuromuscular adaptations and sensory feedback, improving athletic performance and lowering the risk of injury (Greig & Walker-Johnson, 2007; Ribeiro et al., 2008). However, fatigue can negatively affect balance, making it a critical factor to consider in training and performance. Previous studies have demonstrated a complex relationship between biological maturity and physical performance (Malina et al., 2004; Lloyd et al., 2014; Ramos et al., 2019). One important aspect of performance in basketball is balance, or postural stability, which plays a vital role in both daily activities and athletic competition (Goldie et al., 1989; Guskiewicz et al., 2001). Such conditions may impair postural control and increase the risk of musculoskeletal problems. Importantly, female athletes may be at higher risk of injury due to biomechanical and neuromuscular differences, particularly during landing tasks (Bahr & Bahr, 1997; Renstrom et al., 2008). Spinal asymmetries and disorders of spinal statics are also common in sports, particularly those involving unilateral or repetitive

loads, such as gymnastics, rowing, weightlifting, and figure skating (Grabara & Hadzik, 2009; Baranto et al., 2009). Seasonal fluctuations in training intensity and quality can further influence performance (Montgomery et al., 2008). Furthermore, spinal alignment has been linked to adolescent idiopathic scoliosis (AIS), with sagittal spine form emerging as a key factor in understanding risks of spinal deformities, particularly among females (Gardner et al., 2022). Metrics such as the kyphosis–lordosis (KL) difference have been proposed to better investigate these associations. In basketball, physiological demands extend beyond isolated physical attributes, as the sport requires repeated high-intensity efforts, rapid recovery, and the ability to sustain performance under varying tactical and competitive conditions (Montgomery et al., 2010; Ziv & Lidor, 2009). Athletes must be able to generate muscular force quickly to stabilize their center of gravity under external constraints (Orr, 2010). Training interventions such as isometric strength training, corrective exercises, and proprioceptive drills have been shown to improve postural stability in basketball players (Arazi & Asadi, 2011; Zemková & Hamar, 2010). Differences in anthropometric characteristics and playing positions may also influence postural control in basketball (Ostojic et al., 2006). Muscle strength and power—two critical components of neuromuscular fitness—are fundamental for maintaining balance and preventing injuries (Caspersen et al., 1985; Gruber et al., 2007). Despite the growing number of initiatives promoting youth sports participation, data on the effects of structured training programs on postural control remain limited, particularly in boys’ basketball players in Albania. Addressing this gap is crucial, as postural stability is directly linked to both performance optimization and injury prevention. Therefore, the present study aims to evaluate the effects of a specific training program on the postural control of boys’ basketball players.

METHODS

Participants

Total No.30 boys’ basketball players from four different Sports Associations in Tirana, Albania were chosen at random and split into two groups: Experimental Group (EXG-No. 15) and Control Group (COG-No. 15). The subjects are boys’ basketball players with at least 4 years of experience who practice for 90 minutes four times a week. All of the participants chosen for the study from the 3 sports associations were supposed to be equivalent in terms of age, competitive experience, and training methods; training days and hours were also supposed to be identical across groups. Anthropometric measures were taken of the two study groups (EXG and COG). Anthropometric measurements did not significantly differ between the two groups, based on the data shown in Table 1.

Table 1. Anthropometric measurements of the female basketball players

No.15	Measure	Experimental Group	No.15	Control Group
15	Age	18.1 ± 0.53	15	17.2 ± 0.32
15	BH cm	1.81.22 ± 1.73	15	179.26 ± 1.69
15	BW kg	67.84 ± 4.72	15	82.27 ± 4.24
15	BMI kg/m ²	21.73 ± 3.34	15	22.27 ± 1.42

Procedure

All of the basketball players boys agreed to participate in the study after being informed about the intervention process. The body posture and spinal deviation were assessed before and after a controlled exercise intervention using the “Zebris” System, Win Spine 2.3 software. In compliance with the Declaration of Helsinki's ethical guidelines, and all participants, together with their parents/coaches, signed a written informed consent form voluntarily, before participating. Postural asymmetries were shown by posture analysis in the upright standing sagittal projection.

Instruments and test protocol

ZEBRIS spinal examination method is an external, non-invasive measurement method that uses an ultrasound-based motion analysis system. ZEBRIS System (Zebris Medical GmbH, Isny im Allgaeu, Germany), Win Spine 2.3 software, was used to evaluate boys’ basketball players in column deviation in the parameters; Kyphosis/°- Lordosis/° (KL), Left Scoliosis/° Right with 95% confidence interval for the mean. The Win-Spine program (Zebris Medical GmbH, Isny im Allgaeu, Germany) records and stores the spatial positions of the receivers numerically. The basketball players were taken in the sagittal and frontal planes, and analysed using the free internet Postural Analysis Software to obtain quantitative measures of the shoulders, and trunk. The spinous processes were determined on each subject and each measurement was performed before and after training for 10 weeks with experimental group.

Intervention

The experimental group underwent a 10-week training program, which was conducted 2 times a week (Monday, Wednesday) with a duration of 20 minutes, at the end of the training. In contrast, the control group underwent only 4 training sessions according to the method of their trainer. The intervention program consists of 5 exercises selected from literature research;1) Shoulder stand for 15 sec, elbow stand for 15 sec. 3x reps, 2) shoulder stand 3x15sec, 3) Knee stand with opposite leg and hand extended 3x15sec, 4) Cat pose. Hold for 2 sec in each position

for 10 reps, 5) Half cobra pose for 15 sec, then 30 sec inverted pose, 10 reps. The ratio of work time to rest time was 1:2. This intervention did not affect the duration of their usual training program. Special emphasis was placed on the phase of familiarizing and mastering the technique of performing the exercises, which was extended over the first 2 weeks.

Data analysis

The means, standard deviation ($\pm$ SD), were calculated using normal statistical procedures. Group differences were measured using a T-test two paired samples for averages. A 95% confidence interval was applied to variables. At $p < 0.05$, statistical significance was recognized.

RESULTS

Table 2 presents the data obtained from the Zebris test for both EXG and COG groups of boys basketball players taken into the study. In EXG before Intervention, the following values were obtained from the measurements for the variables: Kyphosis: 36.79° , Lordosis: 30.31° , Scoliosis: 1.86° (left) and 1.80° (right). While after Intervention, the following values were obtained for the variables: Kyphosis 34.43° , Lordosis 29.43° , Scoliosis 1.61° (left) and 1.33° (right). While COG before in the study presented these values for the variables; Kyphosis 36.56° , Lordosis 25.35° , Scoliosis 1.93° (left) and 1.93° (right). While after 14 weeks, the following values for the variables; Kyphosis 36.29° , Lordosis 25.35° , Scoliosis 2.07° (left) and 1.87° (right).

Table 2. Descriptive statistics for column deviation tests Zebris Before & After Intervention

	Experimental Group Before				Experimental Group After			
	Kyphosis/ $^\circ$	Lordosis/ $^\circ$	Scoliosis/ $^\circ$ Left / Right		Kyphosis/ $^\circ$	Lordosis/ $^\circ$	Scoliosis/ $^\circ$ Left / Right	
Average	36.79	30.31	1.86	1.8	34.43	29.43	1.61	1.33
SD	3.45	6.04	2.47	2.75	3.61	5.57	2.44	2.09
Max.	42.00	39.20	8.00	8.00	39.00	38.00	7.00	6.00
Min.	29.70	21.80	0.00	0.00	25.30	22.00	0.00	0.00
	Control Group Before				Control Group After			
	Kyphosis/ $^\circ$	Lordosis/ $^\circ$	Scoliosis/ $^\circ$ Left / Right		Kyphosis/ $^\circ$	Lordosis/ $^\circ$	Scoliosis/ $^\circ$ Left / Right	
Average	36.56	25.35	1.93	1.93	36.29	25.33	2.07	1.87
SD	4.66	12.00	2.57	2.54	4.41	11.85	2.57	2.50
Max.	45.00	44.30	8.00	6.00	43.00	44.00	7.00	6.00
Min.	23.00	6.00	0.00	0.00	23.00	6.00	0.00	0.00

Table 3 presents the data of the paired T-test statistical test, to confirm that the statistically significant changes in the measurements where; EXG (Before & After); Kyphosis ($p = 0.0389$) where the p value < 0.05 indicates a statistically significant difference between the

measurements before and after the intervention. This suggests that the intervention had a significant effect on the kyphosis of boys' basketball subjects. While COG (Before & After) presents Kyphosis ($p=0.4350$) where the p value >0.05 indicates that there is no statistically significant difference between the measurements before and after the study period. This suggests that, apart from the intervention, no significant change has occurred in the kyphosis of the basketball players included in the study.

Table 3. T-test two paired samples for averages $P(T \leq t)$ Before and After for players

T-test: two paired samples for averages		
	Experimental Group Before & After	Control Group Before & After
Kyphosis/ $^{\circ}$	.038911399*	0.435039561
Lordosis/ $^{\circ}$	0.339655839	0.498184297
Scoliosis/ $^{\circ}$ - Left	0.389923461	0.444155874
Scoliosis/ $^{\circ}$ - Right	0.302831578	0.471447876

DISCUSSION

Kyphosis and Lordosis changes is a method that examines the magnitude of kyphosis and lordosis as a whole. The data presented in tab.2 show that it is statistically significant in the development of KL change. In our study, the experimental group (boys who followed an intervention) showed a statistically significant change in spinal kyphosis, with a p -value of 0.0389. This result is consistent with the findings of other studies that have examined the impact of physical activities on the development of spinal curvatures in adolescents. A study conducted by Grabara (2016) has shown that regular exercises, such as basketball, can affect the shape of spinal curvatures, leading to a flattening of kyphosis and a deepening of lordosis. This phenomenon may be related to the strengthening of the back extensor muscles during physical activities.

On the other hand, the control group (boys without intervention) did not show significant changes in kyphosis, with a p -value of 0.4350. This result is consistent with studies suggesting that adolescent girls, especially those who are not physically active, have a greater predisposition to develop spinal kyphosis. A study conducted by De Vasconcelos et al. (2010) has shown a higher prevalence of kyphosis in girls, suggesting that this phenomenon may be related to physiological changes and physical development of girls during adolescence.

According to Gardner et al. (2022), the KL change was calculated for 117 males and 79 females over 7 years. For females, the KL change returned to 5° at age 16 and for males, there was a

gradual decrease to 5° at age 17, for both sexes the parameter development was statistically significant. Sports science and the training levels of athletes are constantly evolving. The foundations of this development are mainly based on an ever-expanding understanding of how the body adapts to different physical and psychological loads according to (Bompa & Buzzichelli, 2015). Since physical development is very high, especially in adolescence, exercises that support correct posture are very important, they positively affect the musculoskeletal system and this is reflected positively in the individual, therefore it is recommended that adolescents should be trained for the changes at this age and should develop activities such as sports and various exercises. According to Cengiz and Delen (2024) it is thought that the effect of the age-training variable on posture structures varies specifically according to sports, where posture is negatively affected as training age increases in volleyball and soccer players. Our values — $\sim 36^{\circ}$ kyphosis, $\sim 29\text{--}30^{\circ}$ lordosis, and $1\text{--}2^{\circ}$ scoliosis — are typical for adolescent basketball players, with little lordosis as part of the sports postural profile. According to Grabara (2014), among 57 females and 104 males (14–17 years old), including basketball players, it was found that: boys athletes had lower kyphosis than the control group ($p < 0.01$). Kyphosis in female basketball players is usually lower than in non-athletic women, around $30\text{--}35^{\circ}$. This suggests that female basketball players in this age group tend to have below average kyphosis and flattened lordosis, due to intense training. Our values are typical for teenage basketball players, with little lordosis as part of the sports postural profile.

When the studies and the field index are examined, the results obtained show negative and positive results in both postural aspects and performance in basketball players (Cengiz, 2022). Due to the high susceptibility to postural defects in adolescence, it is thought that training programs applied to adolescent athletes should be supported with corrective exercises and studies in the literature on the detection of asymmetry should be added to shed light on sports coaches. However, values tend to vary greatly depending on measurement methods (radiographic versus clinical means, age, gender). According to this research, the musculoskeletal systems of basketball players are affected by the applied exercises, which also reveal a process of postural adaptation.

CONCLUSION

This study presented the change in KL from the exercises used for 10 weeks in basketball players, a new parameter that describes how the overall sagittal shape of the spine changes slightly under the influence of exercise at this age. The results of the study suggest that this exercise program in basketball players had an impact on the reorientation of the spine posture

in adolescent boys. The values shown in this age group indicate a tendency for below-average kyphosis and flat lordosis, due to the intense training performed previously. Boys who are not physically active may be at greater risk of having kyphosis. These findings emphasize the importance of regular physical activity for spinal health in adolescents.

Acknowledgements

Thank you to all the boys' basketball players who participated in this study.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

REFERENCE

- Arazi, H., & Asadi, A. (2011). The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(1), 101–111. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.61.12>
- Bahr, R., & Bahr, I. A. (1997). Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 7(3), 166–171. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1997.tb00134.x>
- Baranto, A., Hellström, M., Cederlund, C., Nyman, R., & Swärd, L. (2009). Back pain and MRI changes in the thoraco-lumbar spine of top athletes in four different sports: a 15-year follow-up study. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 17(9), 1125–1134. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0767-3>
- Tudor O. Bompá & Carlo Buzzichelli. (2015). *Periodization Training for Sports*. Human Kinetics.
- Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* 100(2):126-31. PMID:3920711; PMCID: PMC1424733. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3920711/>
- Cengiz, Ş. Ş., & Delen, B. (2024). Postural analysis of adolescent young athletes in different sports branches. *Journal of Human Sciences*, 21(3), 292–300. <https://doi.org/10.14687/jhs.v21i3.6426>
- De Vasconcelos, G. a. R., Fernandes, P. R. B., De Oliveira, D. A., Cabral, E. D., & Da Silva, L. V. C. (2010). Avaliação postural da coluna vertebral em escolares surdos de 7-21 anos. *Fisioterapia Em Movimento*, 23(3), 371–380. <https://doi.org/10.1590/s0103-51502010000300004>
- Erčulj, F., & Štrumbelj, E. (2015). Basketball Shot types and shot success in different levels of competitive basketball. *PLoS ONE*, 10(6), e0128885. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128885>
- Gardner, A., Berryman, F., & Pynsent, P. (2022). The kyphosis–lordosis difference parameter and its utility in understanding the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *BMC Research Notes*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s13104-022-06067-3>
- Goldie PA, Bach TM, Evans OM. (1989). Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity. *Arch Phys Med Rehabil.* 70(7):510-7. PMID: 2742465. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2742465/>
- Grabara, M. (2016). Sagittal spinal curvatures in adolescent male basketball players and non-training individuals – a two-year study. *Science & Sports*, 31(5), e147–e153. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2016.01.010>
- Grabara, M. (2014). Anteroposterior curvatures of the spine in adolescent athletes. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 27(4), 513–519. <https://doi.org/10.3233/bmr-140475>
- Grabara, M., & Hadzik, A. (2009). Postural variables in girls practicing volleyball. *Biomedical Human Kinetics*, 1(2009), 67–71. <https://doi.org/10.2478/v10101-009-0017-7>
- Greig, M., & Walker-Johnson, C. (2007). The influence of soccer-specific fatigue on functional stability. *Physical Therapy in Sport*, 8(4), 185–190. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2007.03.001>

- Gruber, M., Gruber, S. B., Taube, W., Schubert, M., Beck, S. C., & Gollhofer, A. (2007). Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 274–282. <https://doi.org/10.1519/00124278-200702000-00049>
- Guskiewicz KM, Ross SE, Marshall SW. (2001). Postural Stability and Neuropsychological Deficits After Concussion in Collegiate Athletes. *J Athl Train*. 2001 Sep;36(3):263-273. PMID: 12937495; PMCID: PMC155417. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12937495/>
- Huang, M., & Brown, S. H. (2013). Age differences in the control of postural stability during reaching tasks. *Gait & Posture*, 38(4), 837–842. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.04.004>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Myer, G. D., & De Ste Croix, M. B. A. (2014). Chronological Age vs. Biological Maturation. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1454–1464. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000391>
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). Growth, maturation, and physical activity. In *Human Kinetics eBooks*. <https://doi.org/10.5040/9781492596837>
- Montgomery, P. G., Pyne, D. B., Hopkins, W. G., & Minahan, C. L. (2008). Seasonal progression and variability of repeat-effort line-drill performance in elite junior basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 26(5), 543–550. <https://doi.org/10.1080/02640410701654298>
- Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Minahan, C. L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 75–86. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.1.75>
- Ostojic, S. M., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in Basketball: physical and physiological characteristics of elite players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740. <https://doi.org/10.1519/r-15944>
- Orr R. (2010). Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly. A systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med*;46(2):183-220. PMID: 20485224. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20485224/>
- Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Frago, I., & Massuca, L. (2019). Differences in maturity, morphological and physical attributes between players selected to the primary and secondary teams of a Portuguese Basketball elite academy. *Journal of Sports Sciences*, 37(15), 1681–1689. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1585410>
- Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., Georgoulis, T., Hewett, T. E., Johnson, R., Krosshaug, T., Mandelbaum, B., Micheli, L., Myklebust, G., Roos, E., Roos, H., Schamasch, P., Shultz, S., Werner, S., Wojtys, E., & Engebretsen, L. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 394–412. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.048934>
- Ribeiro, F., Santos, F., Gonçalves, P., & Oliveira, J. (2008). Effects of volleyball match-induced fatigue on knee joint position sense. *European Journal of Sport Science*, 8(6), 397–402. <https://doi.org/10.1080/02614360802373060>
- Rogers ME, Page P, Takeshima N. (2013). Balance training for the older athlete. *International Journal Sports Physical Ther*. 8(4):517-30. PMID: 24175135; PMCID: PMC3812830. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24175135/>
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2000). Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *The Journals of Gerontology Series A*, 55(1), M10–M16. <https://doi.org/10.1093/gerona/55.1.m10>
- Zemková E, Hamar D. (2010). The effect of 6-week combined agility-balance training on neuromuscular performance in basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 50(3):262-7. PMID: 20842085. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20842085/>
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, On-Court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7), 547–568. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939070-00003>

LAND AND BUILDING TAX IN THE ERA OF URBANIZATION: POTENTIAL AS A SOURCE OF FINANCING FOR SMART CITIES

Riema Ainun NISSA¹

¹UIN K.H. Abdurrahman Wahid , Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

¹ ORCID ID: 0009-0005-4198-2631

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The development of the digital era and the demand for efficient city management has encouraged local governments to optimize Land and Building Tax (PBB) as the main source of financing for smart city development amid rapid urbanization. This study aims to analyze the strategic role of PBB in supporting smart cities and to formulate innovative and adaptive management strategies to address the challenges of urbanization.

Materials and Methods: This study uses a qualitative method with a literature review approach. Data were obtained from various secondary sources such as books, journals, scientific articles, and other publications relevant to the topic. The data were then analyzed descriptively and critically regarding the Potential of Land and Building Tax as a Source of Financing for Smart Cities in the Era of Urbanization.

Results: The results of the study show that optimizing local taxes through the digitization of administrative systems, data integration with geographic information systems (GIS), and education and incentives for taxpayers can improve efficiency, transparency, and public participation. In addition, the implementation of technology-based policies and the strengthening of cross-sector collaboration have proven to strengthen smart and sustainable local government governance.

Discussion and Conclusion: Land and Building Tax (PBB) is the main source of Local Own-Source Revenue (PAD), which plays an important role in supporting smart city development amid increasing urbanization. The effectiveness of PBB management can be improved through the use of information technology such as online payment systems and GIS-based data updates to promote efficiency, transparency, and community participation. In addition, intensification, extensification, and increased taxpayer awareness strategies are needed to optimize regional revenue. With adaptive and innovative management, PBB is not only a source of development financing, but also an instrument for spatial control and equitable development towards a sustainable smart city.

Key Words: *Land and Building Tax (PBB), Urbanization, Smart City*

STRATEGY TO INCREASE MSME SALES THROUGH THE INTEGRATION OF E-COMMERCE AND MARKETING INFORMATION SYSTEM INTEGRATION

Nabilah Hakimah Al Huda

Faculty of Islamic Economics and Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid
Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0009-0006-2566-2248

Abstract

This research aims to explore strategies to increase MSME sales through the integration of e-commerce and marketing information systems. Using qualitative methods, this article examines how e-commerce can expand market reach, improve operational efficiency, and increase customer engagement. At the same time, marketing information systems support data-driven marketing decisions, consumer behavior analysis, and the development of effective sales strategies. The findings suggest that synergies between e-commerce and marketing information systems significantly improve productivity, product visibility, and customer loyalty. Recommended integration strategies include digital mapping of business processes, adoption of cloud-based technologies, use of CRM and marketing analytics tools, and performance evaluation using the Digital Balanced Scorecard approach. The success of this integration also relies on policy ecosystem support, certified digital training, and collaboration with digital platforms and fintech services. This research offers conceptual and practical insights for MSME players, academics, and policymakers to strengthen MSME competitiveness in the digital economy era.

Keywords: E-Commerce, Marketing Information System, MSMEs

THE ROLE OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS IN DIGITAL TRANSFORMATION: ENABLING INFORMED BUSINESS DECISIONS

Silva Asti Ananta

Uin K.H Abdurrahman Wahid University, Pekalongan, Indonesia

Abstract

This research aims to explore the importance of Management Information Systems (MIS) in the context of enterprises in the digital era. Through a literature study approach, this research collects and analyzes current knowledge from various reputable scholarly sources to identify the benefits, and best practices in the implementation of SIM. The research process includes selecting articles from databases such as Google Scholar, Scopus, JSTOR, and Web of Science etc., with a focus on relevance, publication quality, and clear methodology. The analysis shows that SIM plays an important role in supporting effective decision-making at various levels of the organization, improving operational efficiency, and providing a competitive advantage. The findings are expected to contribute significantly to the development of management practices and information systems in the business world.

Keywords: information system, digital transformation, Decision making

THE ROLE OF DIGITAL PLATFORMS IN STRENGTHENING INDONESIA'S CREATIVE ECONOMY ECOSYSTEM

DWI AYU SEPTIYANI

Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

ORCID: 0009-0000-1569-666X

Abstract

The rapid development of digital platforms has become a fundamental driver of Indonesia's creative economy transformation. These platforms enable creators to produce, showcase, and distribute their works to a global audience without relying on traditional physical channels. Through online marketplaces, social media, and streaming applications, creative entrepreneurs can access wider markets, reduce distribution and promotion costs, and improve marketing efficiency. Digital interactions through comments, live features, and direct messages facilitate two-way communication, allowing creators to receive feedback and adapt their products more quickly. This responsiveness creates a competitive advantage and fosters innovation. Moreover, digital platforms not only support distribution but also promote collaboration and community building among creative small and medium enterprises (SMEs). Local entrepreneurs use them to form networks, share resources, and develop sustainable creative ecosystems. However, challenges such as unequal internet access, high data costs, and limited digital literacy still hinder optimal utilization. Therefore, robust digital infrastructure, adequate technological literacy, and supportive government regulations are essential. The integration of digital transformation with local empowerment has the potential to generate significant economic and social impacts. Creators who master digital platforms early will gain strategic advantages in the evolving creative economy.

Keywords: Digital Platforms, Creative Economy, SMEs.



Issued: 29.10.2025
ISBN: '978-625-378-363-1''

