1. Uluslararası

GÖREME

Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi

17-18 Nisan 2026

Göreme-Nevşehir



Editör:
Doç.Dr. Özlem ÜLGER DANACI

www.isarcacademy.com

İKSAD Publishing House

KONGRE KİTABI

INDEX

CONGRES ID		III-VII
PROGRAM		VIII-XXV
GALLERY		XXVI-XXXV
ACADEMIC INCENTIVE		XXXVI
CONFERENCE PAPERS		XXXVI-XXXVX

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

INTERNATIONAL GÖREME SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS-I

DATE AND PLACE

17-18 APRIL 2026 GÖREME-NEVŞEHİR/ TÜRKİYE ONLINE PRESENTATIONS

ORGANIZATION

ISARC Academy INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

EDITOR

Assoc. Prof. Dr. ÖZLEM ÜLGER DANACI

CONGRESS PRESIDENT

Assoc. Prof. Dr. ÖZLEM ÜLGER DANACI

Erciyes University

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA
Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Prof. Dr. Hilmi YÜCEL
Prof. Dr. Kübra KARAMAN
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. 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 ALKIŞ
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Murat IŞIK
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. Sahure YARİŞ
Assoc. Prof. Dr. Seda BENGİ
Assoc. Prof. Dr. Sema SAĞLIK
Assoc. Prof. Dr. Şükrü KALAYCI
Assoc. Prof. Dr. Zamıg TEHMEZOV
Assoc. Prof. Dr. Zeynep Deniz ŞAHİN İNAN
Assoc. Prof. Dr. Zühal OKCU
Assoc. Prof. Dr. Zulfiyya ISMAYIL
Dr. Abdullah ATILGAN
Dr. Canan TERCAN
Dr. Elvan CAFEROV
Dr. Fatma AZİZOĞLU
Dr. Gönül GÖKÇAY
Dr. Hakkı ŞİMŞEK
Dr. Laleş USLU AZARAK
Dr. Mine KIRKYOL
Dr. Sevil ÖZCAN
Dr. Sümeyye GÖKÇENOĞLU
Dr. Şengül ŞENTÜRK
Dr. Rana BAYTİN ALACI

ISBN: '978-625-378-638-0'

'Compliance With Publication Ethics İs The Sole Responsibility Of The Authors; Accordingly, They Bear Both Ethical And Legal Accountability'

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Adil AKINCI
Bilecik Şeyh Edebali University

Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
Atatürk University

Prof. .Dr. Aparna SRIVASTA
Noida International University

Prof. Dr. Ahmet Niyazi ÖZKER
Bandırma Onyedi Eylül University

Prof. Dr. Ali AKİL
Saiyed Parul University

Prof. Dr. Ali OKATAN
İstanbul Aydın University

Prof. Dr. Anvar ABBASOV
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Prof. Dr. Anwar Ali Shah G. SYED
University Of Sindh Jamshoro

Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ
Inonu University

Prof. Dr. Arif BABANLI
Süleyman Demirel University

Prof. Dr. Cengiz SARIKÜRKCÜ
Afyonkarahisar University

Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Sakarya University

Prof. Dr. Ekrem Yaşar AKÇAY
Süleyman Demirel University

Prof. Dr. Emrullah FATİŞ
Kırşehir Ahi Evran University

Prof. Dr. Faiz Muhammad SHAİKH
Sindh Agriculture University Tando Jam

Prof. Dr. Gülçin YAHYA KAÇAR
Ankara Hacı Bayram Veli University

Prof. Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN
Selçuk University

Prof. Dr. Hazim Abd Mohammed ALJEWAREE
Alkıtab University

Prof. Dr. Halil BOLU
Dicle University

Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK
Selçuk University

Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK
Gaziantep University

Prof. Dr. Gülsen ASMAN
Gazi University

Prof. Dr. Ivan PAVLOVİC
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia

Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Azerbaycan Devlet Pedagoji University

Prof. Dr. İshak KESKİN
İstanbul University

Prof. Dr. Jaın SADHNA
Unıversıty Of Delhı

Prof. Dr. Kübra KARAMAN
Yozgat Bozok University

Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Siirt University

Prof. Dr. Mehmet Şahin
Gaziantep University

Prof. Dr. Morakeng Edward
Kenneth LEBAKA University Of Zululand

Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
Cumhuriyet University

Prof. Dr. Manole COJOCARU
Titu Maiorescu University

Prof. Dr. Mustafa Fedai ÇAVUŞ
Osmaniye Korkut Ata University

Prof. Dr. Mustafa METE
Gaziantep University

Prof. Dr. Mustafa Onur ALADAĞ
Selçuk University

Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Sivas Cumhuriyet University

Prof. Dr. Nurdan KALAYCI
Gazi University

Prof. Dr. Orhan ZEYBEK
Balıkesir University

Prof. Dr. Sancar BULUT
Kayseri University

Prof. Dr. Selahattin YAVUZ
Erzincan Binali Yıldırım University

Prof. Dr. Seyfi ŞEVİK
Hitit University

Prof. Dr. Sevi ÖZ
Ankara Hacı Bayram Veli University

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Atatürk University

Prof.Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR

Bitlis Eren University

Prof. Dr. Zharkynbıke SULEIMENOVA
Kazakh National Women's Pedagogical University

Prof. Dr. Zülfü GÜROCAK
Fırat University

Assoc. Prof. Dr. Abdulkerim DİLER
Atatürk University

Assoc. Prof. Abdurahman KARAMAN
Uşak University

Assoc. Prof. Dr. Armel MBON
Marien Ngouabi University

Assoc. Prof. Dr. Asuman SAVAŞCIHABEŞ
Nuh Naci Yazgan University

Assoc. Prof. Dr. Azimbaeva GULBAYRA
Kazakh National Women's Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Betül GÜZELDİR
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Karabük University

Assoc. Prof. Dr. Ebubekir DİRİCAN Bilecik Şeyh Edebali University

Assoc. Prof. Dr. Eda ÖZ ÇELİKBAŞ
Karabük University

Assoc. Prof. Dr.Elif Feyza TOPDAŞ
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Erhan ERDEL
Iğdır University

Assoc. Prof. Dr. Fariz AHMADOV
Azerbaycan Devlet İktisat University

Assoc. Prof. Dr. Faruk KALAY
Yüzüncü Yıl University

Assoc. Prof. Dr. Gönül SAMEDOVA
Azerbaycan Devlet Pedagoji University

Assoc. Prof. Dr. Hasan TELLİ
Mersin University

Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ALKIŞ
Adıyaman University

Assoc. Prof. Dr. İkramettin DAŞDEMİR
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. İsa YILDIRIM
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Kalsoom TARIQ
Khyber Girls Medical Collage

Assoc. Prof. Dr. Muzaffer DENİZ
Van Yüzüncü Yıl Üni

Assoc. Prof. Dr. Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL – Çukurova University

Assoc. Prof. Dr. Naseem AKHTER
Shaheed Benazir Bhutto Women University

Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK
Dicle University

Assoc. Prof. Dr. Oqtay QULİYEV
Azerbaycan Devlet
İktisat Universitysity

Assoc. Prof. . Dr. Orhan TURAN
Batman University

Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk RENÇBER
Gaziantep University

Assoc. Prof. Dr. Özlem GÜNDOĞDU AYTAÇ
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Özlem KAYA
Uşak University

Assoc. Prof. Dr. Reyhan DADAŞOVA
Azerbaycan Bakü Biznes University

Assoc. Prof. Dr. Rozina KHATTAK
Shaheed Benazir Bhutto Women University

Assoc. Prof. Dr. Sahure YARİŞ
Dicle University

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

Assoc. Prof. Dr. Sevcan YILDIZ
Akdeniz University

Assoc. Prof. Dr. Syed Ali
Raza NAQVI Government College University Faisalabad

Assoc. Prof. Dr. Tamer TURGUT
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Victoria POSTOLACHE
Alecu Russo Balti State University

Assoc. Prof. Dr. Yılmaz KÜÇÜK
Gazi University

Assoc. Prof. Dr. Yılmaz SEÇİM
Necmettin Erbakan University

Assoc. Prof. Dr. Zamıg TEHMEZOV
Azerbaycan Devlet Pedagoji University

Assoc. Prof. Dr. Zulfiyya ISMAYIL
Nahçıvan Dövlet Universiteti

Dr. Ajay B. GADİCHA
Sant Gadge Baba Amravati University

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

Dr. Andaç Kutay SAKA
Ordu University

Dr. Aqil MEMMEDOV

Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Babak SAFAEI
Tsinghua University

Dr. Elşen MEMMEDLİ
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Esra KEŞER
Osmaniye Korkut Ata University

Dr. Faisal SULTAN
Hazara University

Dr. Ghanshyam BARMAN
Uka Tarsadia University

Dr. Gülnar MİRZEYEVA
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Gülşen MEHERREMOVA
Azerbaycan Diller University

Dr. Hamdi DAĞISTANLI
Ankara 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. Murat KAYA
Kayseri University

Dr. Mine KIRKYOL
Artvin Çoruh University

Dr. Müslüm ÖZTÜRK
Kilis 7 Aralık University

Dr. Nurhoca AKBULAYEV
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Rana BAYTİN ALACI
VAN YY 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

Dr. Yeşim BEDİR
Atatürk University

Dr. Aygün MEHERREMOVA
Bakü Devlet University

Dr. Ali ARSHAD
University Utara

Dr. Bhavtosh AWASTHİ
Jecrc University India

Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI
University of Tizi Ouzou

Dr. Moses Adeolu AGOI
Lagos State University of Education

Dr. Muhammad IMRAN
Government College University

GENERAL COORDINATOR
Melike KAYA

Scientific Development and Innovative Approach

*INTERNATIONAL **GÖREME***
SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS-I

Aprıl 17-18, 2026 / Göreme-Nevşehir, Türkiye

Congress Program

Participant Countries: Türkiye, Algerıa, Bangladesh, Georgıa , Indıa, Indonesıa , Kosovo ,Nıgerıa, Moroco ,Ukraıne , Romanıa, Pakıstan

Meeting ID: 870 9201 2801

Passcode: 964250

ZOOM LINK:

https://us06web.zoom.us/j/87092012801?pwd=mkjHSjyw26gxkOQTHxFuZbvbwaBbJt.1

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 oturuma katılabilirsiniz. Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur. Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir. Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışıyor. Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden **10 dk öncesinde** oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir. Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir. Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

TEKNİK BİLGİLER

Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun. Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz. Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir. Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır. **Zoom'a giriş yaparken önce lütfen adınızı, soyadınızı ve SALON numaranızı yazınız, Örnek: Hall-1, Fatih KARİPOĞLU**

17.04.2026 / Hall-1, Session-1

Ankara Local Time

10 00 : 11 30

Meeting ID: 870 9201 2801

Passcode: 964250

HEAD OF SESSION: Prof.Dr.Hasan AYAYDIN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Does Renewable Energy Source Contribute To Environmental Sustainability?	Prof.Dr.Hasan AYAYDIN	Gümüşhane University
Does Financial Development Affect Environmental Sustainability?	Prof.Dr.Hasan AYAYDIN	Gümüşhane University
Comparative Analysis Of Academic And Administrative Staff's Perceptions Of Organizational Stress, Organizational Justice, And Job Satisfaction: A Pilot Study	Ercan DURSUN Assist. Prof. Dr. Arzu EKİNCİ DEMİRELLİ	Batman University
A Study On The Effect Of Internal Communication On Organizational Commitment: The Example Of Kırşehir Labor And Employment Institution Provincial Directorate (Kırşehir İşkur)	Assoc. Prof. Dr. Ertuğrul GÜREŞÇİ Handan MUTLU	Kırşehir Ahi Evran University
The Functional Role Of Color Theory In Digital Game Interfaces: An Examination In The Context Of User Experience (Ux)	Lect. Dr.Ebubekir KOÇAK	Istanbul Esenyurt University
The Use Of Pixel Art As A Visual Communication Strategy In Digital Games	Lect. Dr.Ebubekir KOÇAK	Istanbul Esenyurt University

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics

17.04.2026/ Hall-2, Session-1

Ankara Local Time
10 00 : 11 45

Meeting ID: 870 9201 2801
Passcode: 964250

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Ayşe ELKOCA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Kahramanmaraş's Smart City Journey: An Assessment of Opportunities, Challenges, and the Strategic Roadmap	PhD Feray TOPCU Assoc. Prof. Dr. Nadire KARADEMİR	Kahramanmaraş Sütçü İmam University
An Assessment of the Natural, Historical, and Cultural Heritage Potential of Geben Valley National Park from the Perspective of Sustainable Tourism	Assoc. Prof. Dr. Nadire KARADEMİR PhD Feray TOPCU	Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Medikal Turizmde En Çok Tercih Edilen Cerrahi İşlemler Ve Başarı Faktörleri	Assoc. Prof. Dr. Ayşe ELKOCA Zeynep ÇEPİK	Gaziantep Islam Science and Technology University
Yaşlılarda Cinsel Sağlığın Görünmezliği	Assoc. Prof. Dr.Ayşe ELKOCA Emine NERGİZ	Gaziantep Islam Science and Technology University
Gender Roles and Women's Religiosity in Turkey: Transformation and Struggle in the Modernization Process	Dr. Rukiye KARDAŞ YALÇIN	Harran University
Çalışan Kadın, Anne Ve Eş Olmak: Rol Çatışmaları Üzerine Öz-Analiz	Reyhan Nur Vural Yıldırım Prof. Dr. Yücel Can	Niğde Ömer Halisdemir University
The Experıences Of Adolescents Regardıng Conflıcts Wıth Theır Parents: A Qualıtatıve Study	Ümmühan AZMAN Prof. Dr. Yücel CAN	Nigde Omer Halisdemir University

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics

17.04.2026/ Hall-3, Session-1

Ankara Local Time
10 00 : 11 45

Meeting ID: 870 9201 2801
Passcode: 964250

HEAD OF SESSION: *Dr. Mehmet PALA*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Nature, Meanıng, And Representatıon In Ancıent Archıtecture: A Bıomımetıc Comparıson Through Ancıent Egyptıan And Ancıent Greek Cıvılızatıons	Hüsna Nur OKUR Sonay AYYILDIZ	Kocaeli University
Solıd Waste Facılıty Sıte Selectıon: Methods, Crıterıa, And Emergıng Trends	Halid İrfan KILIÇ Harun TURKOGLU Atilla DAMCI	Istanbul Technical University
Perceptıon And Awareness Of Latmos Cultural Landscape	Kerime Merve ALACA Prof. Dr. Hümeyra BİROL	Dokuz Eylül University
Theoretıcal And Practıcal Approaches To Removıng Barrıers To Accessıbılıty In Turkey	Dr. Mehmet PALA	Gaziantep University
The Rate Of Change Approach In Interpretıng The Raınfall- Runoff Relatıonshıp In Murat Rıver Basın	Dr.Mehmet PALA Prof. Dr. Mehmet İshak YÜCE	Gaziantep University
Investıgatıon Of The Effect Of Dıfferent Slot Types On The Performance Of Mıcrostrıp Antenna Structures And Optimization	Cansu AÇIKALIN Dr.Rabia TOPRAK Mehmet YERLİKAYA	Karamanoğlu Mehmet Bey University/Selçuk University
Quantum Chemıcal Investıgatıon Of The Antıvıral Potentıal Of Some Aryl Sulfonamıde Derıvatıve Compounds Agaınst H5n1 Influenza A Vırus	Mehmet İzzettin YILMAZER Murat SARAÇOĞLU Fatma KANDEMİRLİ	Erciyes University/Kastamonu University

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics

17.04.2026/ Hall-4, Session-2

Ankara Local Time
10 30 : 12 30

Meeting ID: 870 9201 2801
Passcode: 964250

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

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
AI-Driven Integrated Poverty Monitoring System for Pakistan	Assist. Prof. Dr. MUHAMMAD FAISAL	Allama Iqbal Open University/INDONESIA
Thyroıd Hormone Levels And Theır Associatıon Wıth Plasma Zınc Levels Among Adolescent Afghan Refugees; A Cross-Sectıonal Study	Dr. Saima Shaheen Dr. Nabila Sher	Khyber Girls Medical College/PAKİSTAN
The Double-Edged Sword Of Phage Therapy: Clınıcal Promıse Versus Transductıon-Drıven Spread Of Vırulence And Antıbıotıc Resıstance	Dr.Nodar Sulashvili , Irina Imerlishvili , Maka Buleishvili , Archil Chirakadze , Nodar Mitagvaria , Vira Kravchenko , Marika Sulashvili , Nato Alavidze, Igor Seniuk , Nana Gorgaslidze , David Aphkhazava	International Black Sea University/Tbilisi State University/National University/UKRAINE/GEORGIA
Natural Modulation Of The Gut Microbiota İn Patients With Food Allergies. Impact Of Alergiplant	Major Gheorghe GIURGIU Prof. Dr. med Manole COJOCARU	Deniplant-Aide Sante Medical Center/Titu Maiorescu University/ROMANIA
Aı And Contemporary Busıness Practıces In Archıtecture. A Case Of Archıtectural Desıgn Industry In Pakıstan	Ar. Dr. Omer Shujat Bhatti Ar. Hafiz Muhammad Ahmed Nadeem	NFC- IET, Multan. Independent Research & Management/PAKISTAN
Metabolic And Redox Adaptations To Time-Efficient Moderate Exercise İn Prediabetes	Dr. Zubia Shah	Khyber Girls Medical College
Effect Of Lipid Based Nutritional Supplements During Pregnancy On Maternal Anthropometry And Hematological İndices; A Randomized Controlled Trial	Dr.Kalsoom Tariq	Khyber Girls Medical College
Hepatoprotectıve Effect Of Salvadora Persıca (Mıswak), Vıtamın B12 And Theır Combınatıon On Carbon Tetrachloride Induced Toxıcıty In Rat Model	Amna Mumtaz, Shamshad-ul-Hassan , Humaira Muzaffar , Arslan Iftikhar , Imran Mukhtar	Government College University/University of Agriculture/PAKISTAN

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics

17.04.2026/ Hall-5, Session-2

Ankara Local Time
10 30 : 12 30

Meeting ID: 870 9201 2801
Passcode: 964250

HEAD OF SESSION: *Dr. Rinese Shala*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Understanding The Expression Level Of AKT And PTEN Genes İn Female Breast Cancer	Fardos Tanveer, Humaira Muzaffar, Ghulam Hussain, Arslan Iftikhar	Government College University/PAKISTAN
Liposome-based Vaccine Delivery Systems	S.R.Prathithasri Dr.R. Devi Dr.R. Srinivasan	Bharath Institute of Higher Education and Research/INDIA
Hydrogen Storage Potential Of Li-Decorated TiB_2 Mbene Monolayer	H. Ouhenou M. Agouri A. Waqdim S. Elfilali A. Abbassi S.Taj B. Manaut	Sultan Moulay Slimane University/MOROCCO
Aplıcatıon Of Energy Efficıency Strategıes In Desıgn Of Shoppıng Mall In Mınna, Nıger State, Nıgerıa	ROBERT, Tenong Gortah	FEDERAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY MINNA/NIGERIA
Numerical Simulation of CIGS Solar Cells Incorporating a ZnS Insulation Layer	Abdelali Laid Abed zoulikha Aced Mohamed reda	University Djillali/ALGERIA
Development and Evaluation of Calcium-Enriched Cookies Fortified with Eggshell Powder	MD Moien	Gujral Punjab Technical University/INDIA
Agrophysiological Characterization Of A Nationwide Moroccan Caprifig Collection (Ficus Carica L. Var. Caprificus) Cultivated İn The Saïss Plain	Mohamed El Kadi , Mohammed Boutahricht , Ibtissame Guirrou Jamal Charafi Mohamed boutahricht	National Institute of Agricultural Research/Université Moulay Ismaïl
Temporomandibular Joint Pain Resulting From Trauma: A Literature Review	Dr. Rinese Shala	University of Prishtina/KOSOVO

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics

17.04.2026/ Hall-6, Session-2

Ankara Local Time
10 30 : 12 30

Meeting ID: 870 9201 2801
Passcode: 964250

HEAD OF SESSION: *Dr. Muhammad Akash*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Mechanisms Of Reverse Osmosis Membrane Fouling And The Critical Role Of Pretreatment Optimization	LABYAD Soukayna EL FAKIR El Habib LOUKILI Hayat HAJAJI Souad	University of Hassan II/Mohammed V University
Climate Variability, Livelihood Vulnerability And Happiness Among Pastoralist Communities İn Bosso Local Government Of Niger State, Nigeria: An Empirical Study	Isah Shamsudeen Mohammed Isah Mohammed Mohammed Nasir Abubakar Sadik Shehu	Umaru Sanda Ahmadu College of Education
Corrosion İnhibition Of Carbon Steel By Pyrazole Derivatives: Experimental Study And Modeling (DFT, Molecular Dynamics, And Monte Carlo)	Soukaina Elorchi Mimoun Belhadi Mohammed Chafi Mohammed Salah	Chouaïb Doukkali University/Hassan II University
Synthesıs Of 2-Ethylhexyl 5-Bromothıophene-2-Carboxylates: Antıbacterıal Actıvıtıes Agaınst Salmonella Typhı; Dockıng Studıes Valıdatıon; Pharmacokınetıcs And Dft Determınatıon Of Structural Features	Ayesha Tariq Nasir Rasool Hasan Abbas Aqsa Kanwal	Government College University
Design, Simulation, And Experimental Validation Of A 3D CAD-Based Water Flow Visualization Setup For Flow Regime Analysis	Md. Ashikur Jaman Sakib	Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University/BANGLADESH
Recent Progress in the Synthetic Strategies and Functionalization of Thiophene Scaffolds	Tanzeela Dr. Matloob Ahmad Dr. Furqan Ahmad Saddique Dr. Muhammad Akash Tanzeela Riaz	Government College University

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics

17.04.2026/ Hall-7, Session-2

Ankara Local Time
10 30 : 12 30

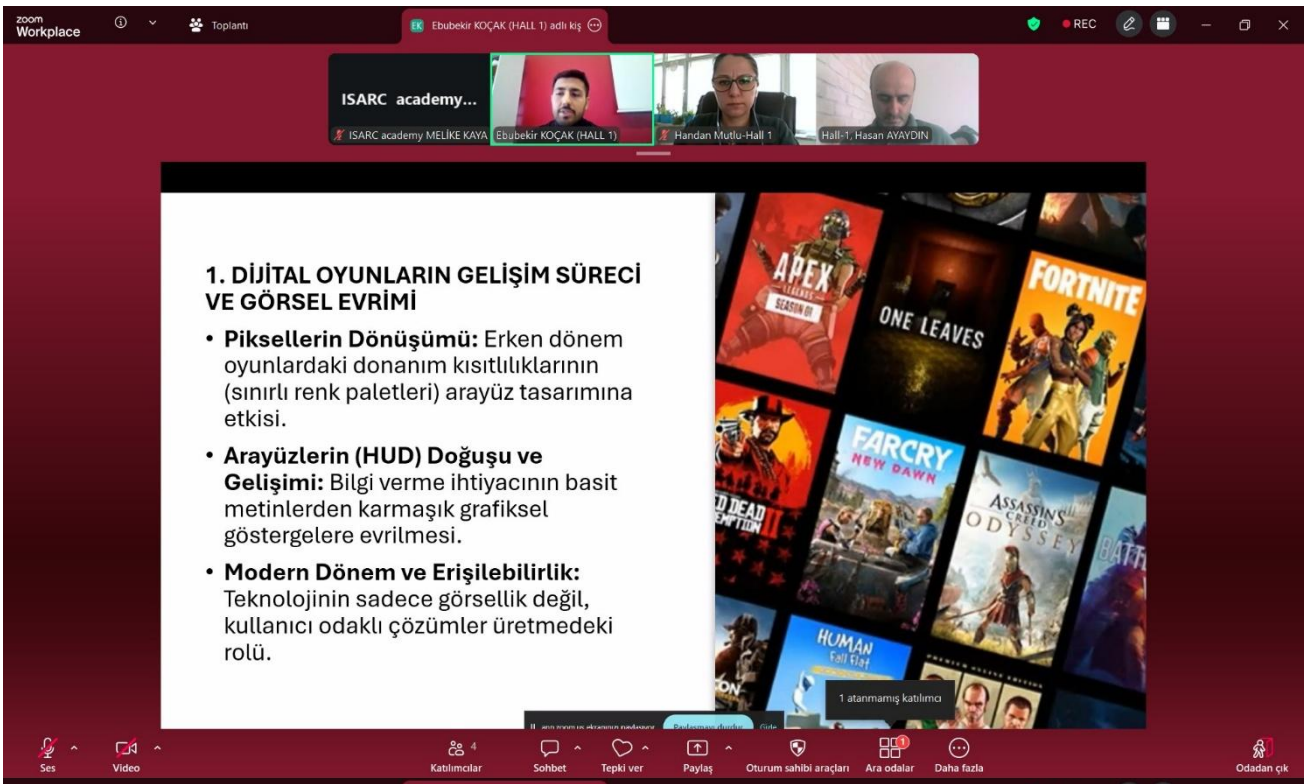
Meeting ID: 870 9201 2801
Passcode: 964250

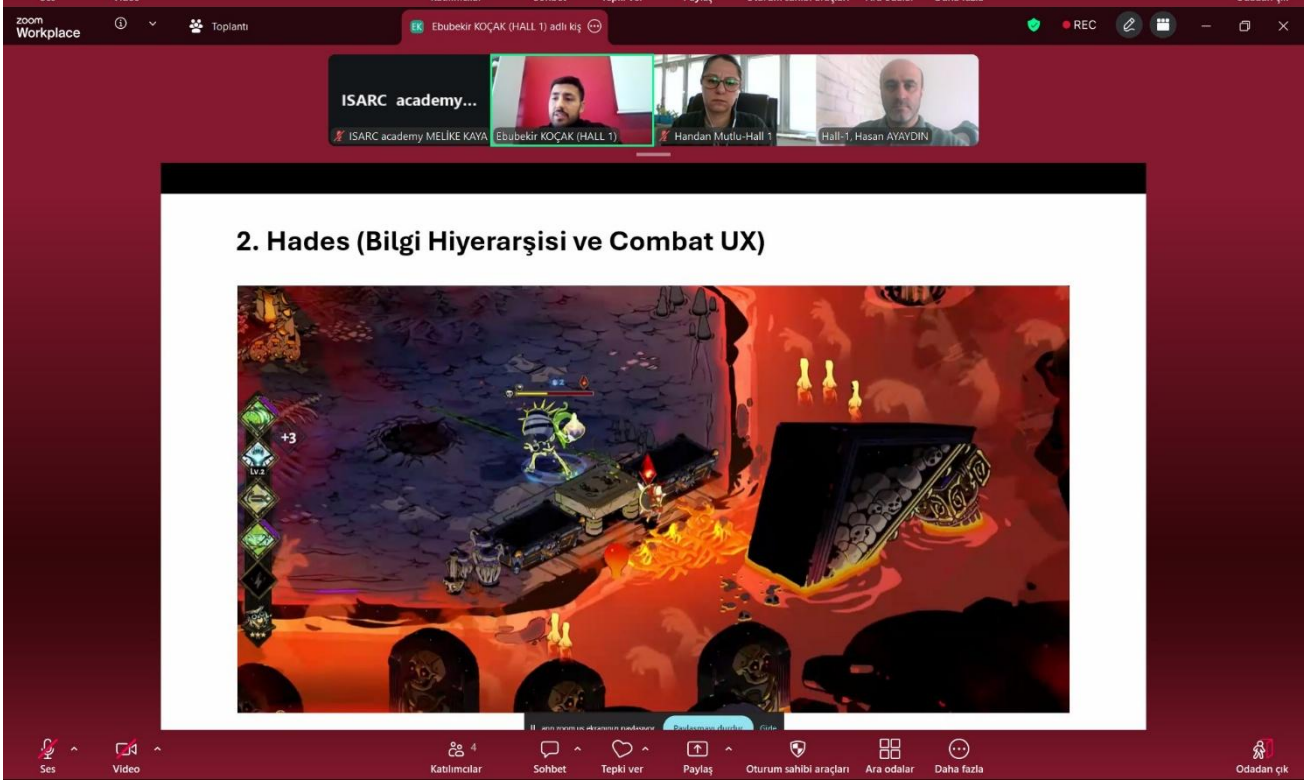
HEAD OF SESSION: *Abubakar Sidiq Nurudeen*

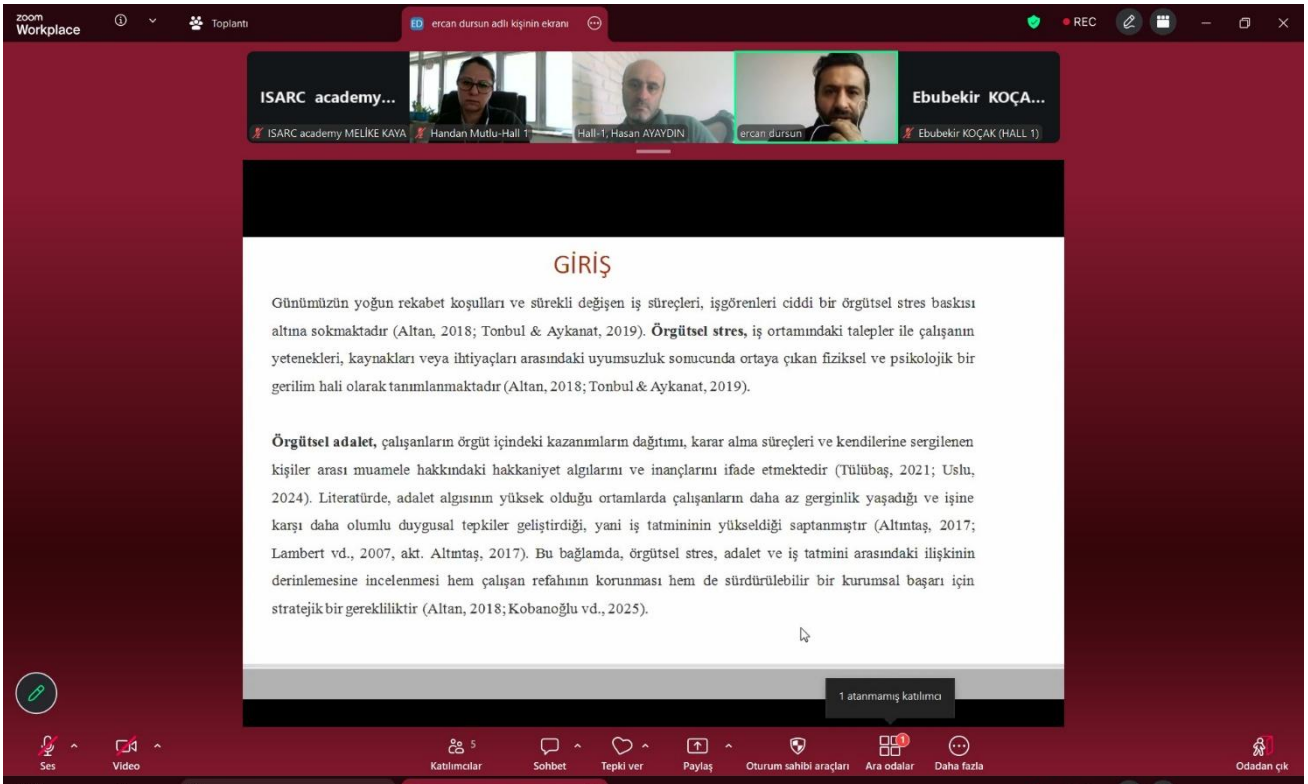
TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Compressive Strain Effects On The Photocatalytic And Optoelectronic Properties Of Csınbr₃ For Efficient Hydrogen Production: A DFT Study	Aya Chelh Houda Siah Meryem Sabri Hamid Ez-Zahraouy	Mohammed V University
First-Principles İnvestigation Of The Mechanical, Electronic, Optical, Photocatalytic, And Thermodynamic Properties Of Cs 2 Bbr 6 (B = Si, Ti, And Sn) Double Perovskites	Houda Siah Aya Chelh Meryem Sabri Hamid Ez-Zahraouy	Mohammed V University
Ab-İnitio Investigation Of The Physical Properties Of Libh3 Perovskite For Hydrogen Storage Applications	Meryem Sabri Aya Chelh Houda Siah Hamid Ez-Zahraouy	Mohammed V University
Impact Of Complete Sulfur Substitution By Selenium And Tellurium On The Structural, Electronic, Optical, And Photocatalytic Properties Of Caal 2 S 4 : A Dft Investigation	Aya Chelh Houda Siah Meryem Sabri Hamid Ez-Zahraouy	Mohammed V University
Band Gap Narrowing And Visible-Light Absorption İn Chalcogen-Doped Natao 3 For Photovoltaic Applications	Houda Siah Aya Chelh Meryem Sabri	Mohammed V University
Dft İnvestigation Of The Structural, Optoelectronic, Thermoelectric, And Thermodynamic Properties Of Metal Phosphides Mp2 (M = Co, Rh, And Ir)	Meryem Sabri Aya Chelh Houda Siah	Mohammed V University
Self-Medication With Medicinal Plants İn Children İn Morocco	Fatima El hilah Aicha Rossafi Soukaina Njili Jamila Dahmani Nadia Belahbib	university ibn tofail
Projectıon Bıometrıcs For Csam Offenders Identıfıcatıon: A Forensıc Framework For Law Enforcement	Abubakar Sidiq Nurudeen	Federal Polytechnic, Kaltungo. Gombe State, Nigeria

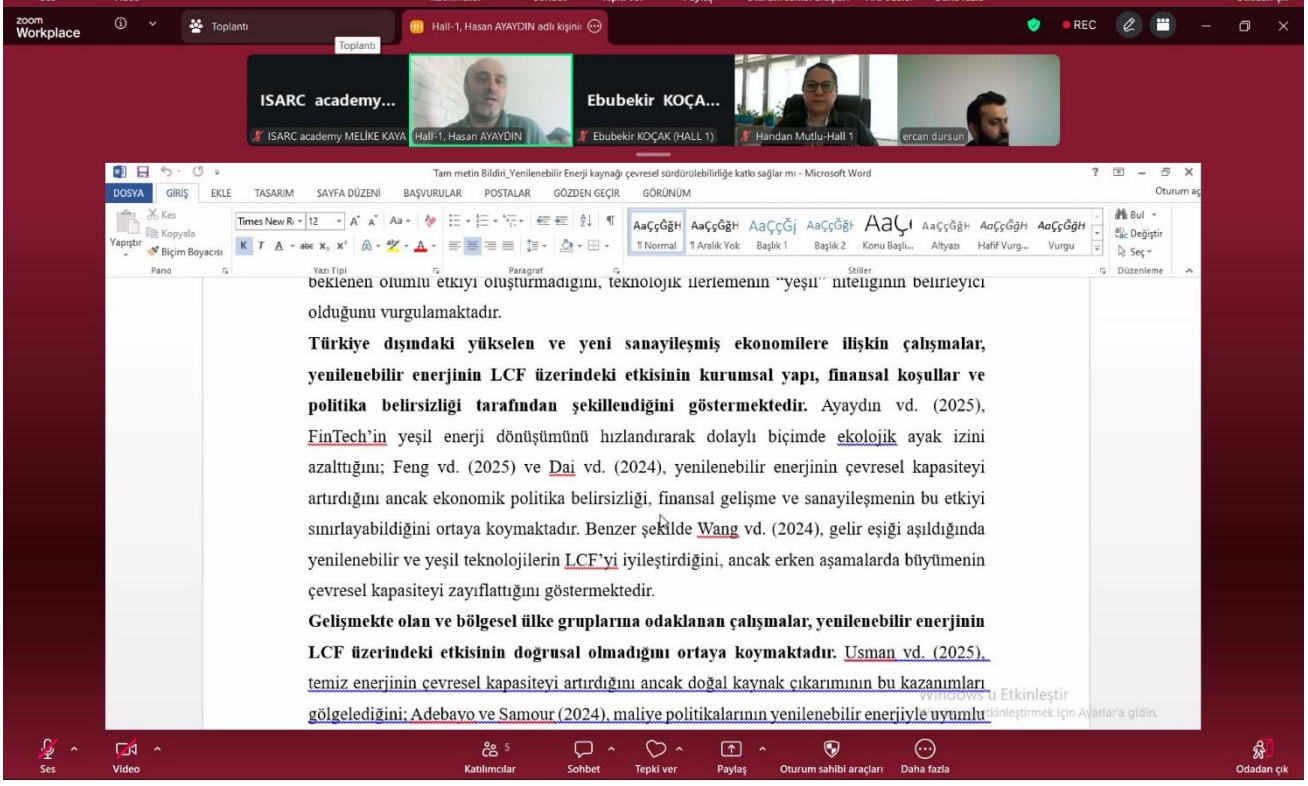
Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics

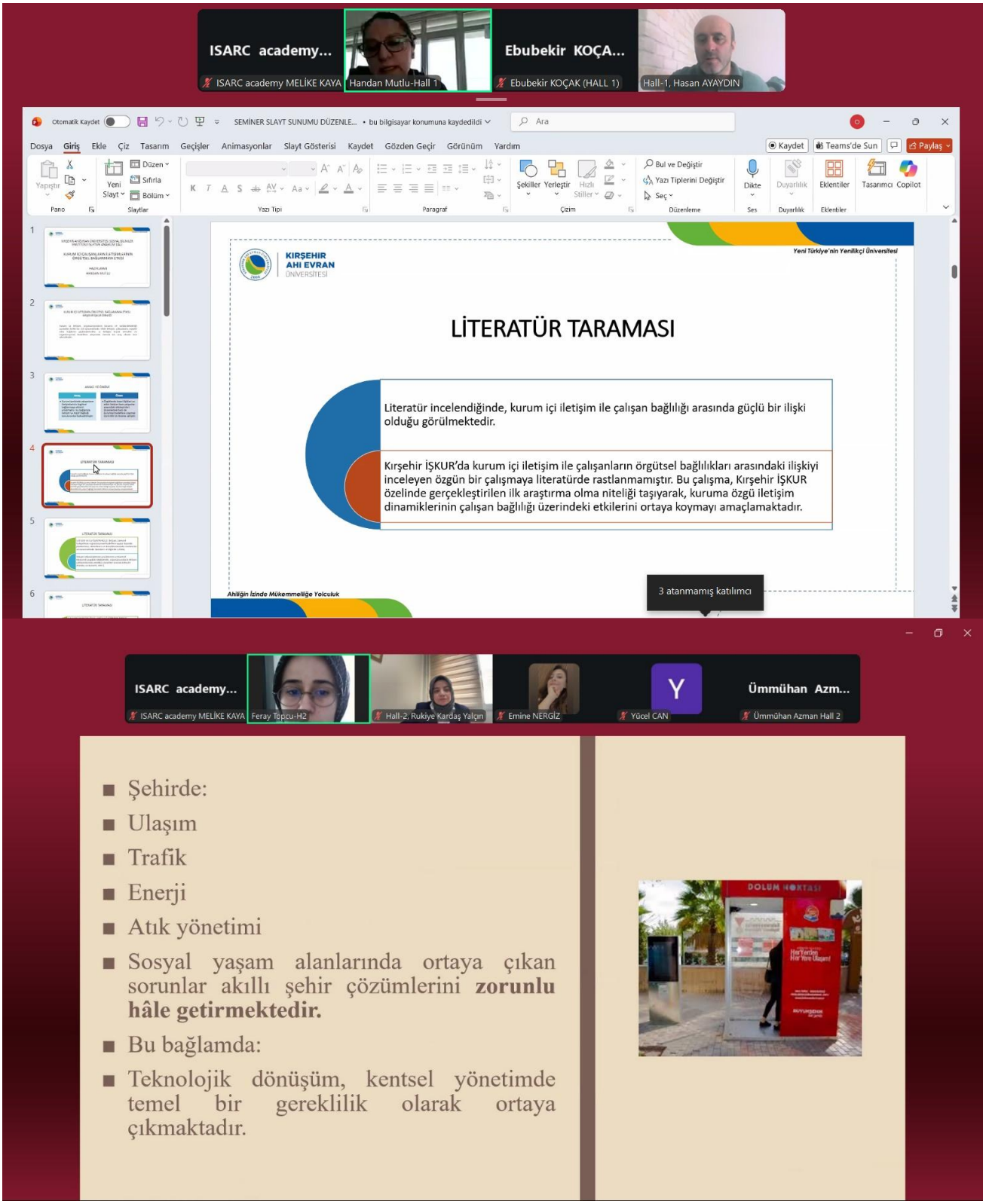
PHOTO GALERY

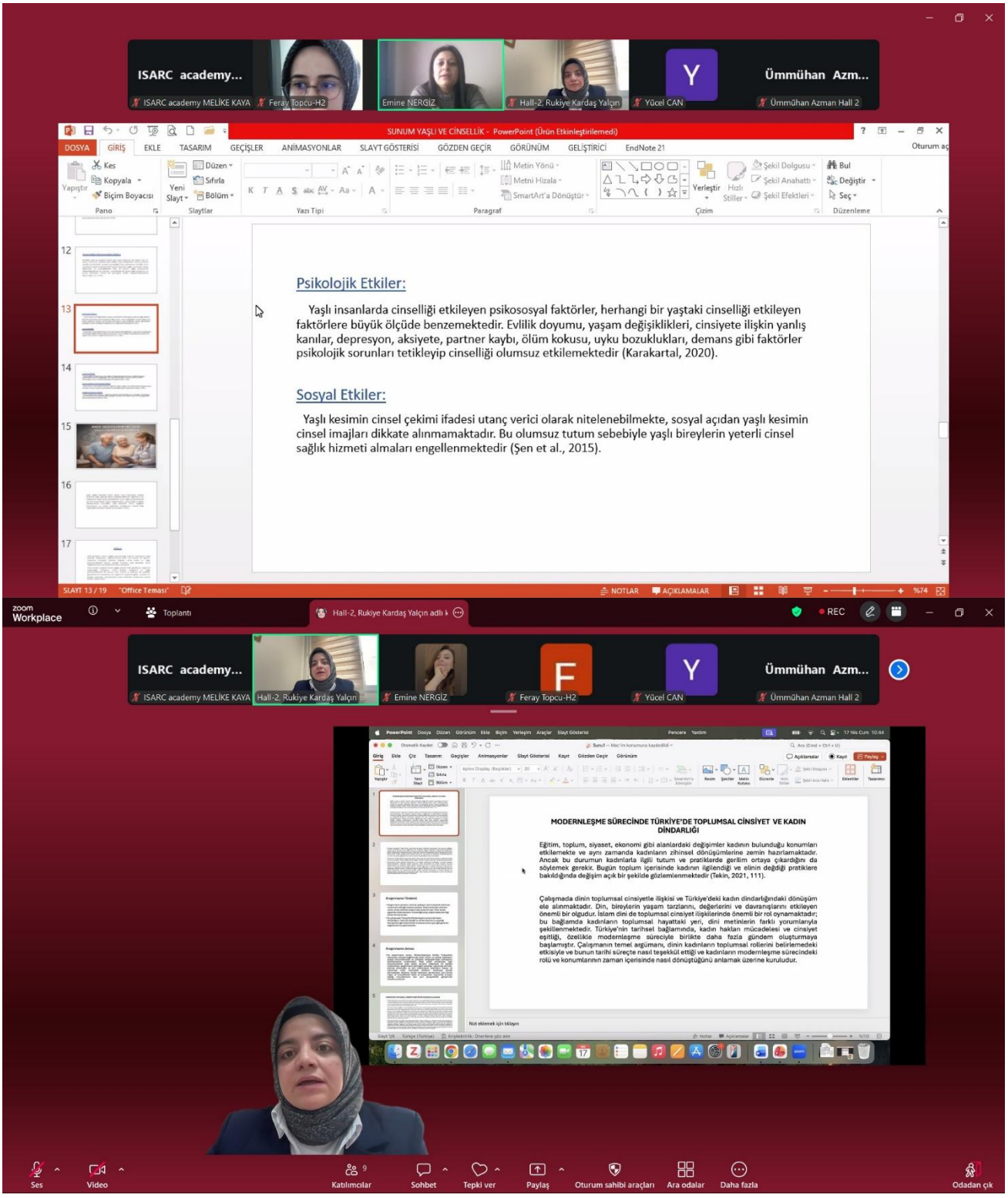


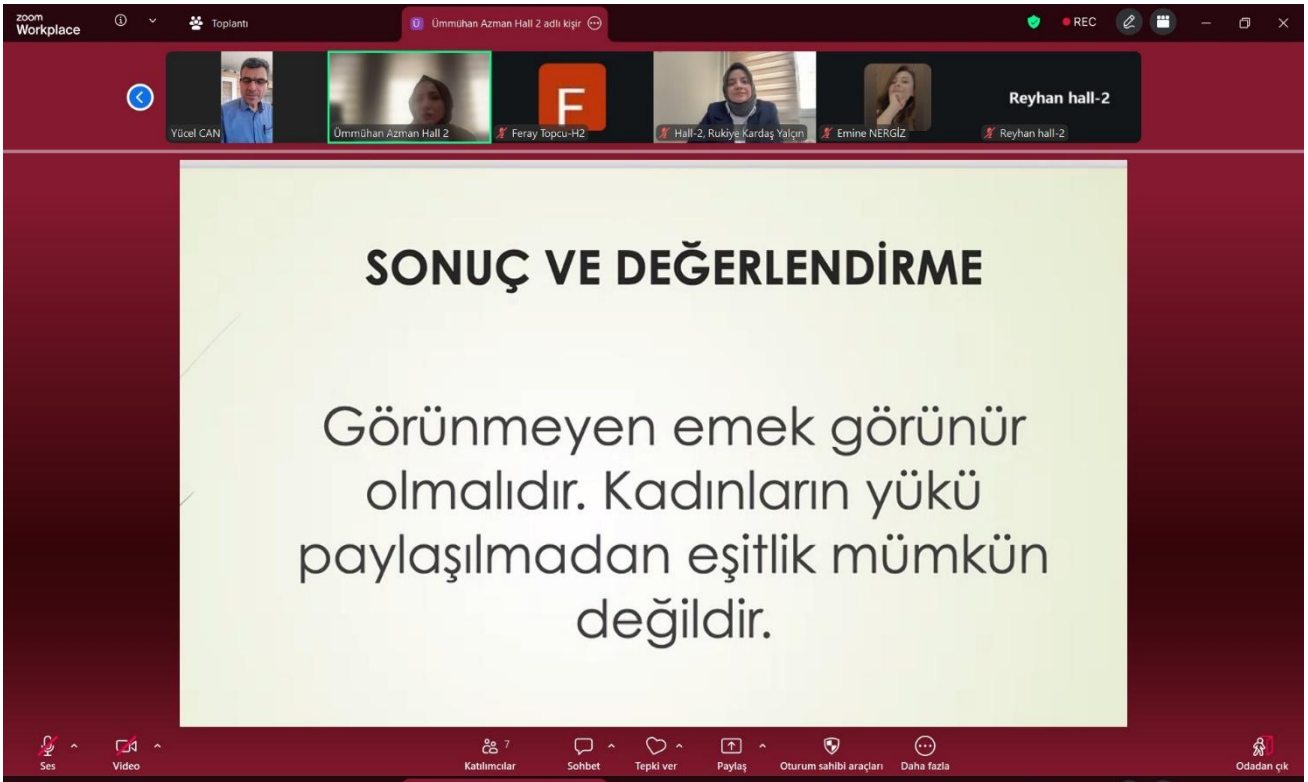


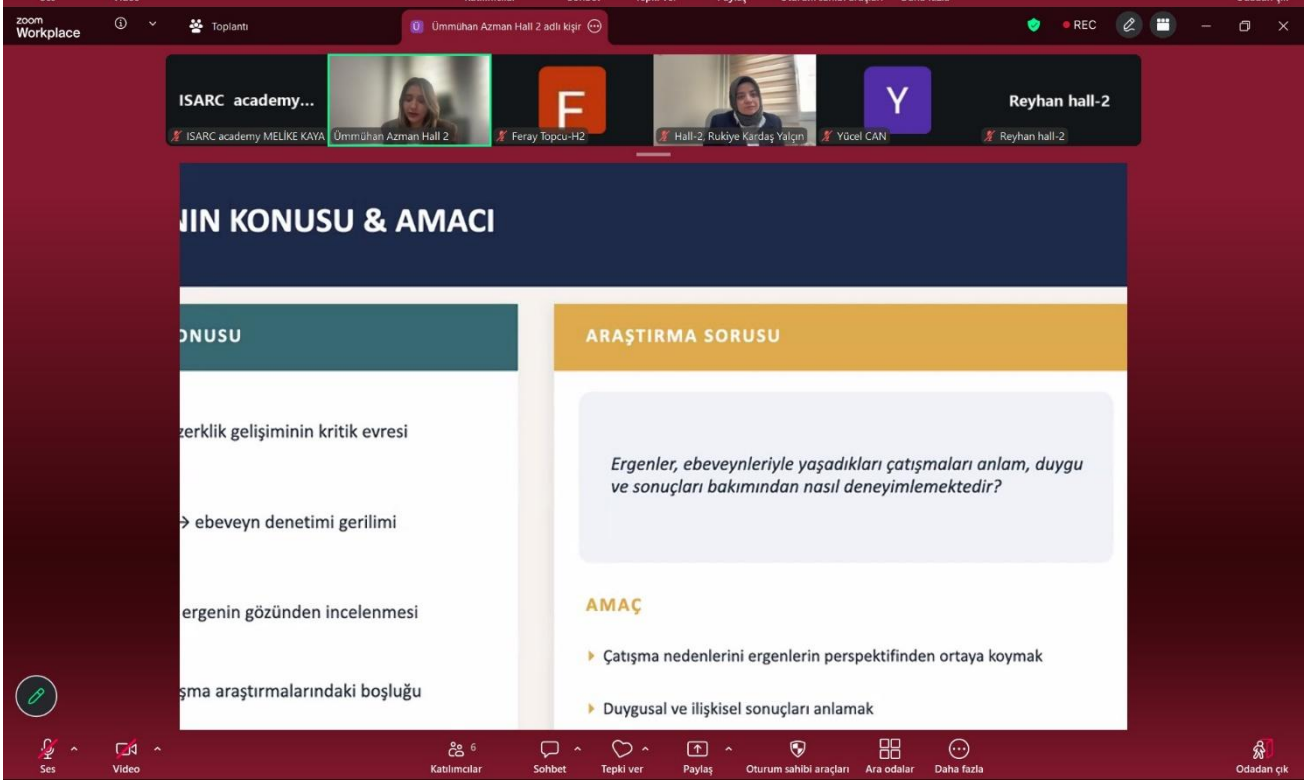

zoom Workplace
Toplantı
ercan dursun adlı kişinin ekranı
REC
ISARC academy...
Handan Mutlu-Hall 1
Hall-1, Hasan AYAYDIN
ercan dursun
Ebubekir KOÇA...
ISARC academy MELİKE KAYA
Ebubekir KOÇAK (HALL 1)
GİRİŞ
Günümüzün yoğun rekabet koşulları ve sürekli değişen iş süreçleri, işgörenleri ciddi bir örgütsel stres baskısı altına sokmaktadır (Altan, 2018; Tonbul & Aykanat, 2019). Örgütsel stres, iş ortamındaki talepler ile çalışanın yetenekleri, kaynakları veya ihtiyaçları arasındaki uyumsuzluk sonucunda ortaya çıkan fiziksel ve psikolojik bir gerilim hali olarak tanımlanmaktadır (Altan, 2018; Tonbul & Aykanat, 2019).
Örgütsel adalet, çalışanların örgüt içindeki kazanımların dağıtımı, karar alma süreçleri ve kendilerine sergilenen kişiler arası muamele hakkındaki hakkaniyet algılarını ve inançlarını ifade etmektedir (Tülübaş, 2021; Uslu, 2024). Literatürde, adalet algısının yüksek olduğu ortamlarda çalışanların daha az gerginlik yaşadığı ve işine karşı daha olumlu duygusal tepkiler geliştirdiği, yani iş tatmininin yükseldiği saptanmıştır (Altıntaş, 2017; Lambert vd., 2007, akt. Altıntaş, 2017). Bu bağlamda, örgütsel stres, adalet ve iş tatmini arasındaki ilişkinin derinlemesine incelenmesi hem çalışan refahının korunması hem de sürdürülebilir bir kurumsal başarı için stratejik bir gerekliliktir (Altan, 2018; Kobanoğlu vd., 2025).
1 atanmamış katılımcı
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Ara odalar
Daha fazla
Odadan çık

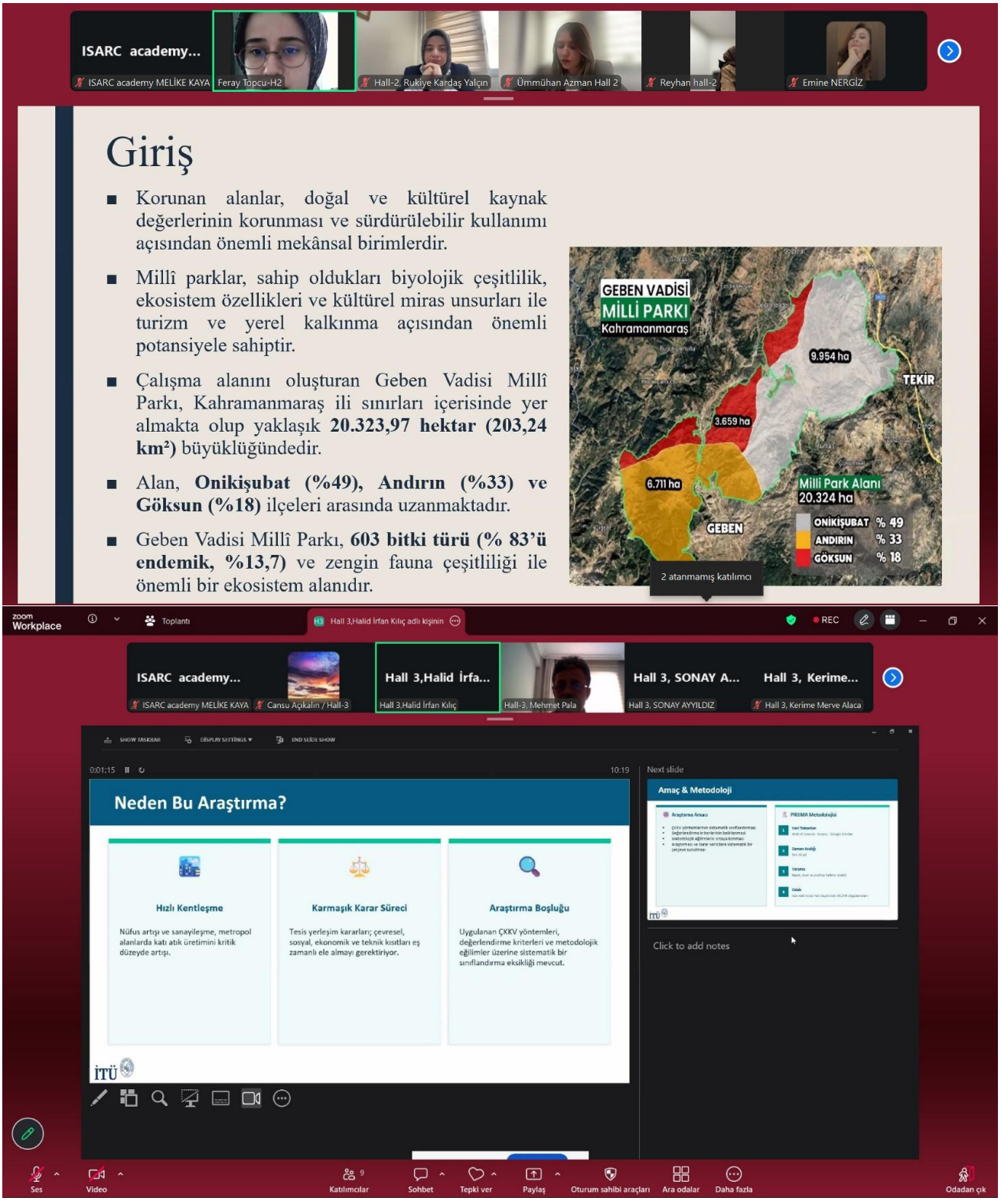

zoom Workplace
Toplantı
Hall-1, Hasan AYAYDIN adlı kişinin
REC
ISARC academy...
Hall-1, Hasan AYAYDIN
Ebubekir KOÇA...
Handan Mutlu-Hall 1
ercan dursun
Tam metin Bildiri_Yenilenebilir Enerji kaynağı çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlar mı - Microsoft Word
DOSYA
GİRİŞ
EKLE
TASARIM
SAYFA DÜZENİ
BAŞVURULAR
POSTALAR
GÖZDEN GEÇİR
GÖRÜNÜM
beklenen olumlu etkiyi oluşturmadığını, teknolojik ilerlemenin "yeşil" niteliğinin belirleyici olduğunu vurgulamaktadır.
Türkiye dışındaki yükselen ve yeni sanayileşmiş ekonomilere ilişkin çalışmalar, yenilenebilir enerjinin LCF üzerindeki etkisinin kurumsal yapı, finansal koşullar ve politika belirsizliği tarafından şekillendiğini göstermektedir. Ayaydın vd. (2025), FinTech'in yeşil enerji dönüşümünü hızlandırarak dolaylı biçimde ekolojik ayak izini azalttığını; Feng vd. (2025) ve Dai vd. (2024), yenilenebilir enerjinin çevresel kapasiteyi artırdığını ancak ekonomik politika belirsizliği, finansal gelişme ve sanayileşmenin bu etkiyi sınırlayabildiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Wang vd. (2024), gelir eşiği aşıldığında yenilenebilir ve yeşil teknolojilerin LCF'yi iyileştirdiğini, ancak erken aşamalarda büyümenin çevresel kapasiteyi zayıflattığını göstermektedir.
Gelişmekte olan ve bölgesel ülke gruplarına odaklanan çalışmalar, yenilenebilir enerjinin LCF üzerindeki etkisinin doğrusal olmadığını ortaya koymaktadır. Usman vd. (2025), temiz enerjinin çevresel kapasiteyi artırdığını ancak doğal kaynak çıkarımının bu kazanımları gölgelediğini; Adebayo ve Samour (2024), maliye politikalarının yenilenebilir enerjiyle uyumlu
Windows'u Etkinleştir
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık

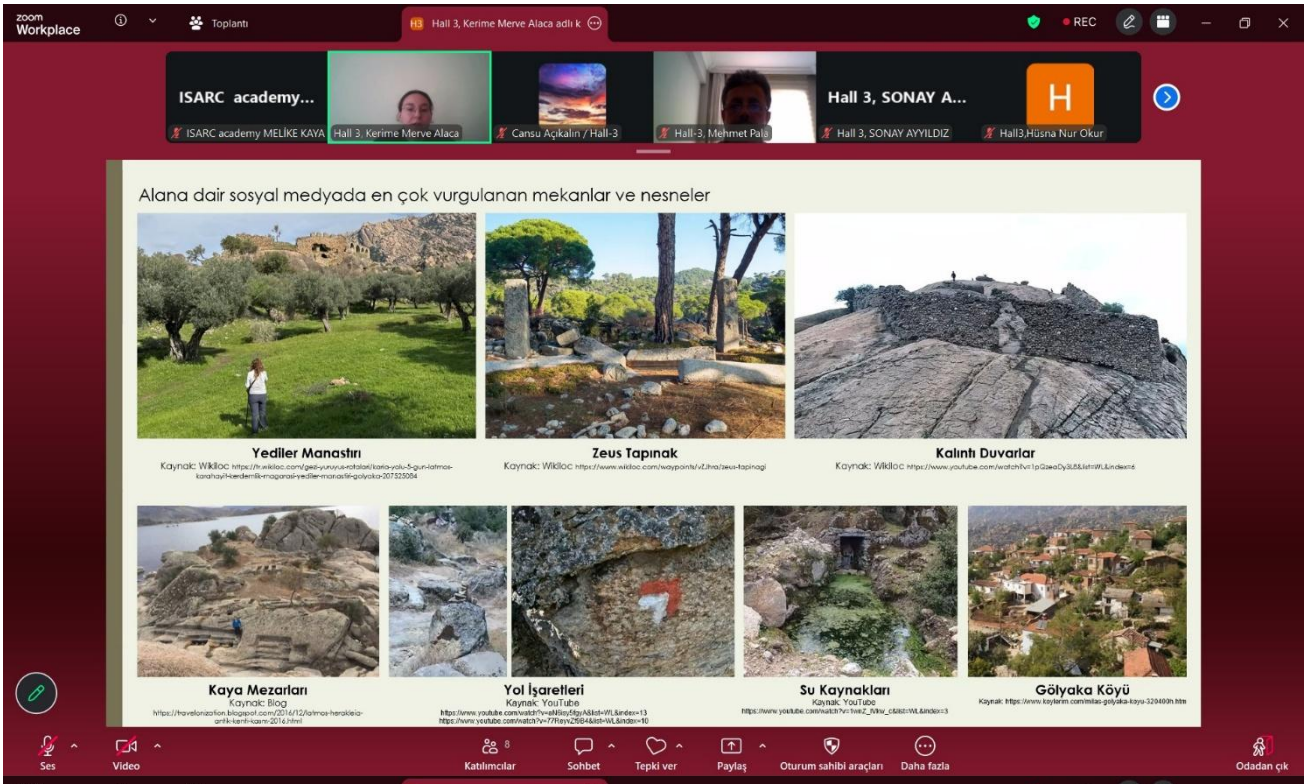

ISARC academy...
ISARC academy MELİKE KAYA
Handan Mutlu-Hall 1
Ebubekir KOÇA...
Ebubekir KOÇAK (HALL 1)
Hall-1, Hasan AYAYDIN
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
Yeni Türkiye'nin Yenilikçi Üniversitesi
LİTERATÜR TARAMASI
Literatür incelendiğinde, kurum içi iletişim ile çalışan bağlılığı arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir.
Kırşehir İŞKUR'da kurum içi iletişim ile çalışanların örgütsel bağlılıkları arasındaki ilişkiyi inceleyen özgün bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışma, Kırşehir İŞKUR özelinde gerçekleştirilen ilk araştırma olma niteliği taşıyarak, kuruma özgü iletişim dinamiklerinin çalışan bağlılığı üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır.
Ahiliğin İzinde Mükemmelliğe Yolculuk
3 atanmamış katılımcı
ISARC academy...
ISARC academy MELİKE KAYA
Feray Topcu-H2
Hall-2, Rukiye Kardaş Yalçın
Emine NERGİZ
Yücel CAN
Ümmühan Azm...
Ümmühan Azman Hall 2
Şehirde:
Ulaşım
Trafik
Enerji
Atık yönetimi
Sosyal yaşam alanlarında ortaya çıkan sorunlar akıllı şehir çözümlerini zorunlu hâle getirmektedir.
Bu bağlamda:
Teknolojik dönüşüm, kentsel yönetimde temel bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.
DOLUM NOKTASI

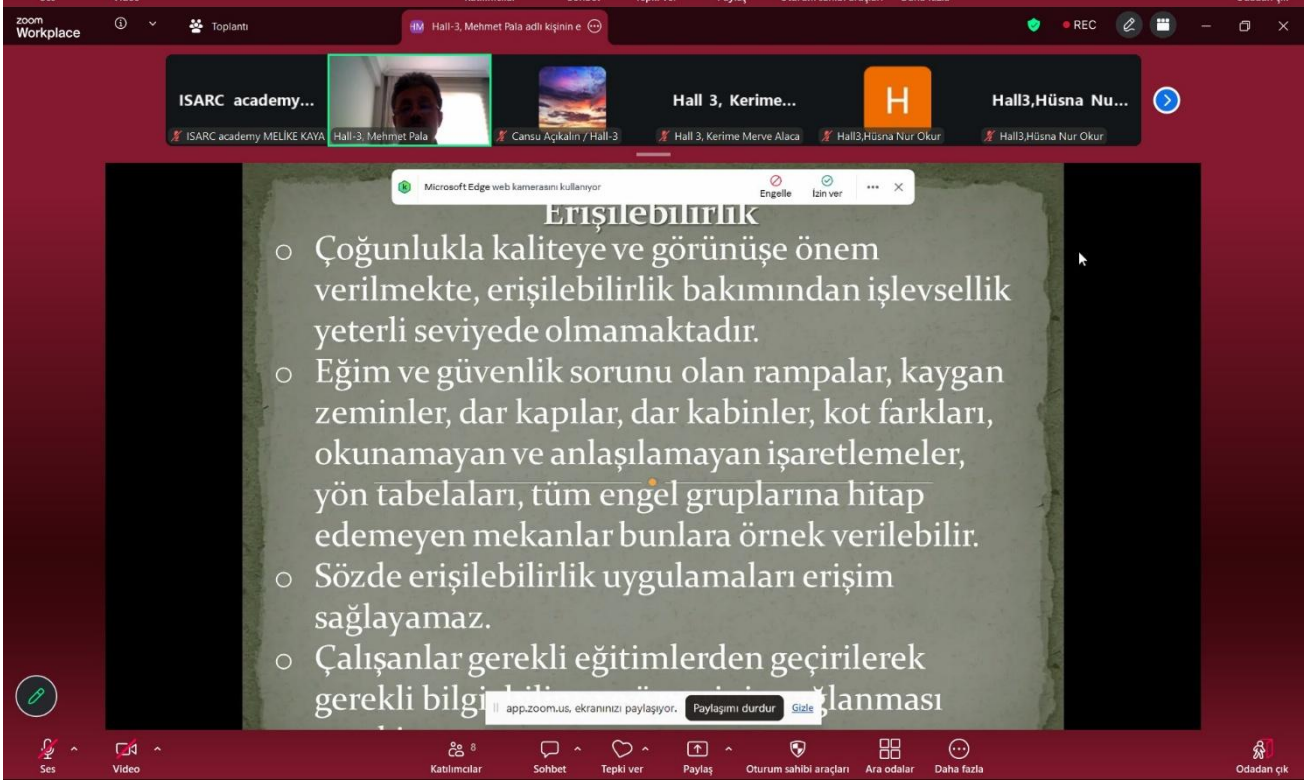

ISARC academy...
ISARC academy MELİKE KAYA
Feray Topcu-H2
Emine NERGİZ
Hall-2, Rukiye Kardaş Yalçın
Yücel CAN
Ümmühan Azm...
Ümmühan Azman Hall 2
SUNUM YAŞLI VE CİNSELLİK - PowerPoint (Ürün Etkinleştirilemedi)
Psikolojik Etkiler:
Yaşlı insanlarda cinselliği etkileyen psikososyal faktörler, herhangi bir yaştaki cinselliği etkileyen faktörlere büyük ölçüde benzemektedir. Evlilik doyumu, yaşam değişiklikleri, cinsiyete ilişkin yanlış kanılar, depresyon, aksiyete, partner kaybı, ölüm kokusu, uyku bozuklukları, demans gibi faktörler psikolojik sorunları tetikleyip cinselliği olumsuz etkilemektedir (Karakartal, 2020).
Sosyal Etkiler:
Yaşlı kesimin cinsel çekimi ifadesi utanç verici olarak nitelenebilmekte, sosyal açıdan yaşlı kesimin cinsel imajları dikkate alınmamaktadır. Bu olumsuz tutum sebebiyle yaşlı bireylerin yeterli cinsel sağlık hizmeti almaları engellenmektedir (Şen et al., 2015).
zoom Workplace
Toplantı
Hall-2, Rukiye Kardaş Yalçın adlı k
REC
MODERNLEŞME SÜRECİNDE TÜRKİYE'DE TOPLUMSAL CİNSİYET VE KADIN DİNDARLIĞI
Eğitim, toplum, siyaset, ekonomi gibi alanlardaki değişimler kadının bulunduğu konumları etkilemekte ve aynı zamanda kadınların zihinsel dönüşümlerine zemin hazırlamaktadır. Ancak bu durumun kadınlarla ilgili tutum ve pratiklerde gerilim ortaya çıkardığını da söylemek gerekir. Bugün toplum içerisinde kadının ilgilendiği ve elinin değdiği pratiklere bakıldığında değişim açık bir şekilde gözlemlenmektedir (Tekin, 2021, 111).
Çalışmada dinin toplumsal cinsiyetle ilişkisi ve Türkiye'deki kadın dindarlığındaki dönüşüm ele alınmaktadır. Din, bireylerin yaşam tarzlarını, değerlerini ve davranışlarını etkileyen önemli bir olgudur. İslam dini de toplumsal cinsiyet ilişkilerinde önemli bir rol oynamaktadır; bu bağlamda kadınların toplumsal hayattaki yeri, dini metinlerin farklı yorumlarıyla şekillenmektedir. Türkiye'nin tarihsel bağlamında, kadın hakları mücadelesi ve cinsiyet eşitliği, özellikle modernleşme süreciyle birlikte daha fazla gündem oluşturmaya başlamıştır. Çalışmanın temel argümanı, dinin kadınların toplumsal rollerini belirlemedeki etkisiyle ve bunun tarihi süreçte nasıl teşekkül ettiği ve kadınların modernleşme sürecindeki rolü ve konumlarının zaman içerisinde nasıl dönüştüğünü anlamak üzerine kuruludur.
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Ara odalar
Daha fazla
Odadan çık

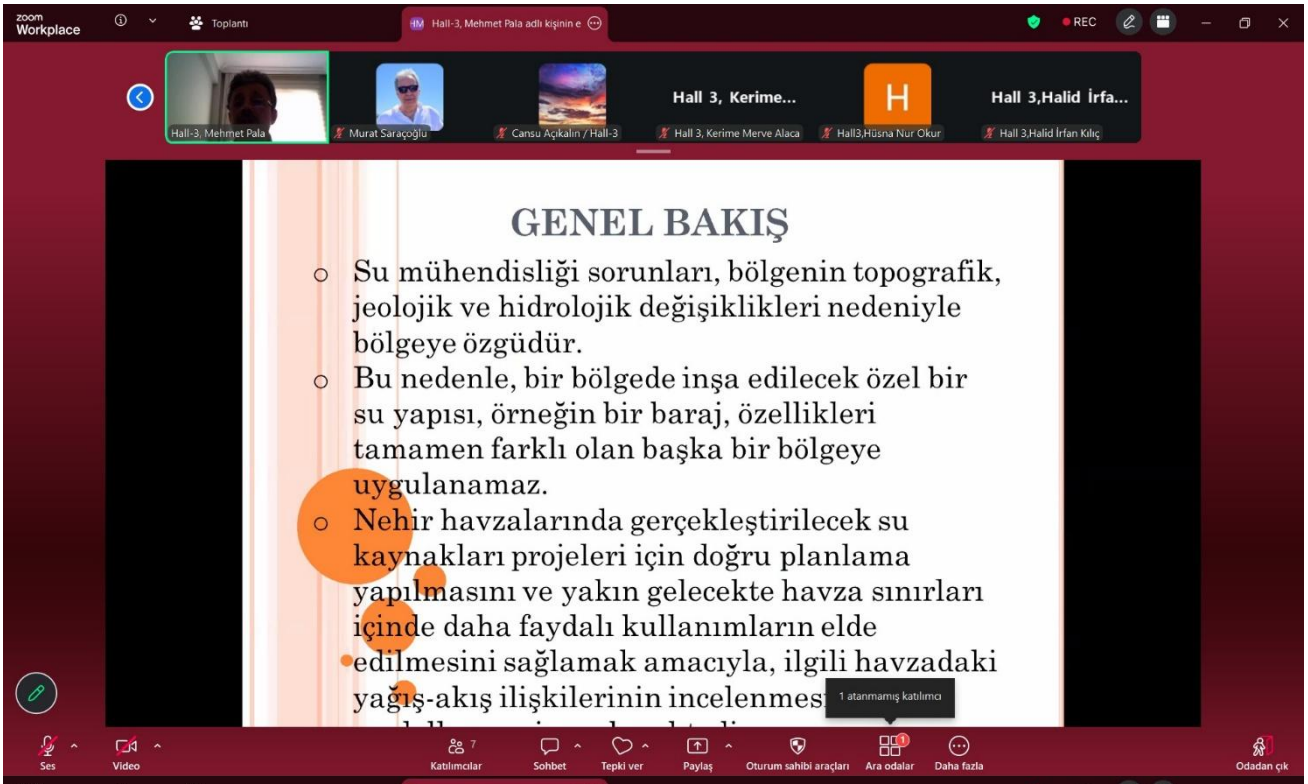

zoom Workplace
Toplantı
Ümmühan Azman Hall 2 adlı kişir
REC
Yücel CAN
Ümmühan Azman Hall 2
Feray Topcu-H2
Hall-2, Rukiye Kardaş Yalçın
Emine NERGİZ
Reyhan hall-2
Reyhan hall-2
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME
Görünmeyen emek görünür olmalıdır. Kadınların yükü paylaşılmadan eşitlik mümkün değildir.
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık

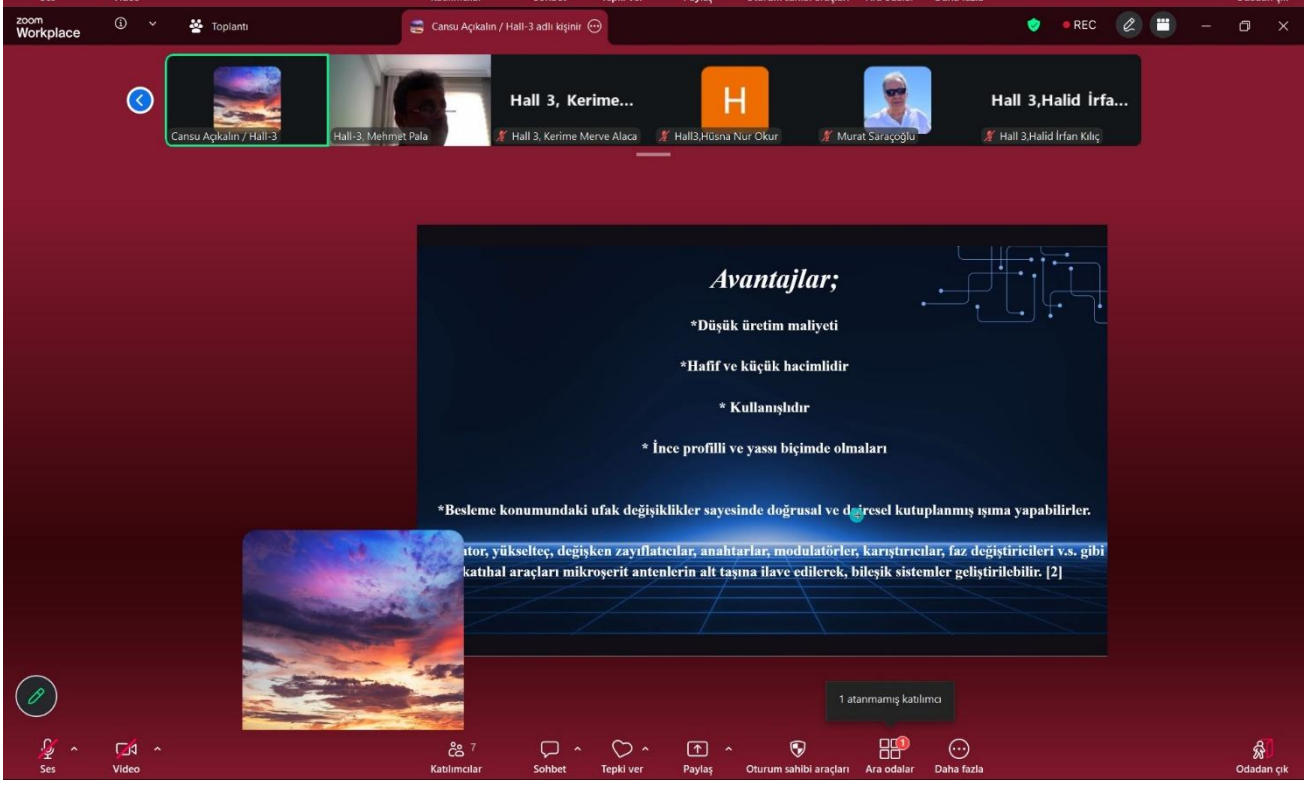

zoom Workplace
Toplantı
Ümmühan Azman Hall 2 adlı kişir
REC
ISARC academy...
ISARC academy MELİKE KAYA
Ümmühan Azman Hall 2
Feray Topcu-H2
Hall-2, Rukiye Kardaş Yalçın
Yücel CAN
Reyhan hall-2
Reyhan hall-2
IIN KONUSU & AMACI
ONUSU
zerklik gelişiminin kritik evresi
→ ebeveyn denetimi gerilimi
ergenin gözünden incelenmesi
şma araştırmalarındaki boşluğu
ARAŞTIRMA SORUSU
Ergenler, ebeveynleriyle yaşadıkları çatışmaları anlam, duygu ve sonuçları bakımından nasıl deneyimlemektedir?
AMAÇ
Çatışma nedenlerini ergenlerin perspektifinden ortaya koymak
Duygusal ve ilişkisel sonuçları anlamak
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Ara odalar
Daha fazla
Odadan çık

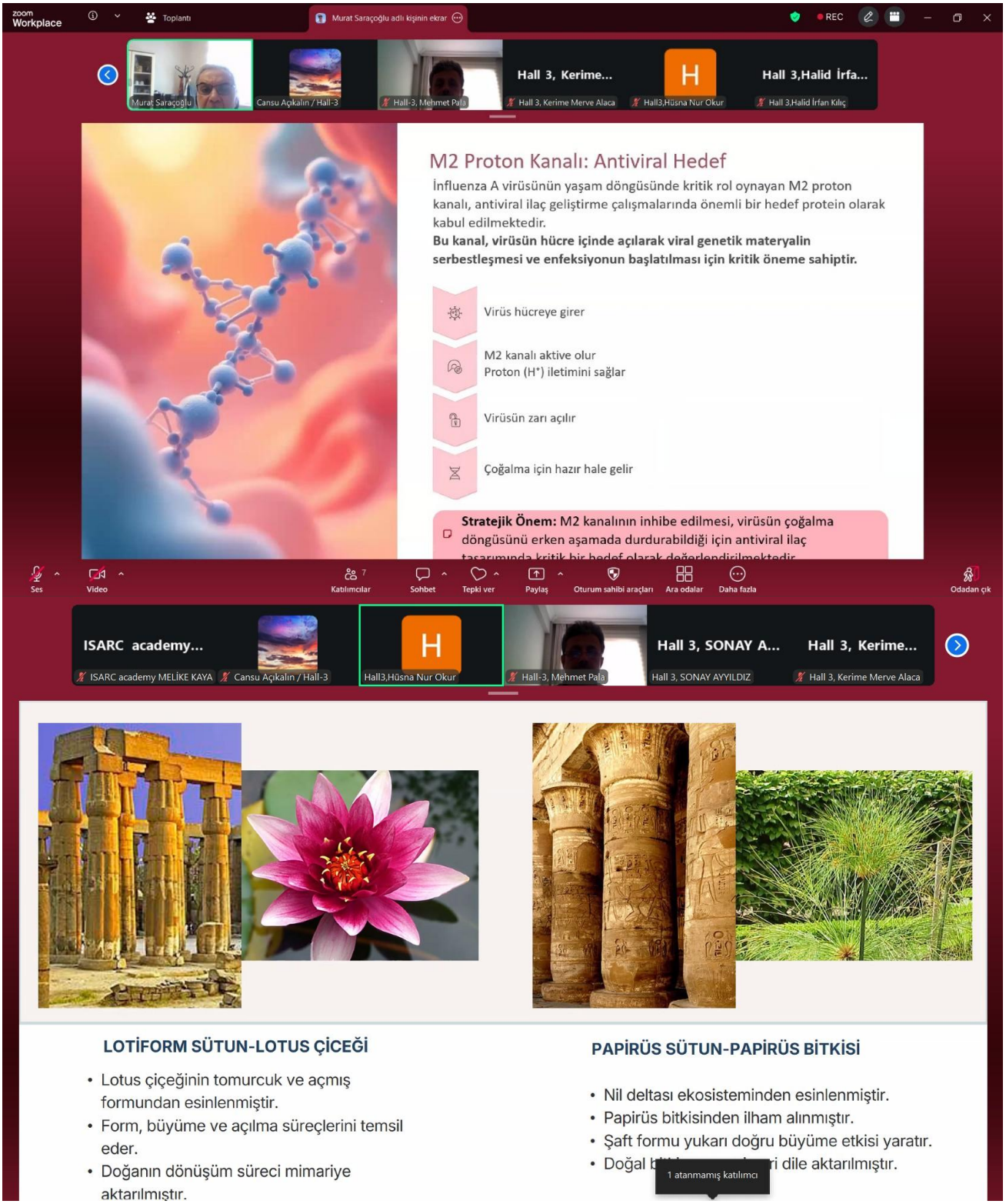

ISARC academy...
ISARC academy MELİKE KAYA
Feray Topcu-H2
Hall-2, Rukiye Kardaş Yalçın
Ümmühan Azman Hall 2
Reyhan hall-2
Emine NERGİZ
Giriş
Korunan alanlar, doğal ve kültürel kaynak değerlerinin korunması ve sürdürülebilir kullanımı açısından önemli mekânsal birimlerdir.
Millî parklar, sahip oldukları biyolojik çeşitlilik, ekosistem özellikleri ve kültürel miras unsurları ile turizm ve yerel kalkınma açısından önemli potansiyele sahiptir.
Çalışma alanını oluşturan Geben Vadisi Millî Parkı, Kahramanmaraş ili sınırları içerisinde yer almakta olup yaklaşık 20.323,97 hektar (203,24 km²) büyüklüğündedir.
Alan, Onikişubat (%49), Andırın (%33) ve Göksun (%18) ilçeleri arasında uzanmaktadır.
Geben Vadisi Millî Parkı, 603 bitki türü (% 83'ü endemik, %13,7) ve zengin fauna çeşitliliği ile önemli bir ekosistem alanıdır.
GEBEN VADİSİ
MİLLİ PARKI
Kahramanmaraş
9.954 ha
TEKİR
3.659 ha
6.711 ha
Milli Park Alanı
20.324 ha
GEBEN
ONİKİŞUBAT % 49
ANDIRIN % 33
GÖKSUN % 18
2 atanmamış katılımcı
zoom Workplace
Toplantı
Hall 3,Halid İrfan Kılıç adlı kişinin
REC
ISARC academy...
ISARC academy MELİKE KAYA
Cansu Açıkalın / Hall-3
Hall 3,Halid İrfa...
Hall 3,Halid İrfan Kılıç
Hall-3, Mehmet Pala
Hall 3, SONAY A...
Hall 3, SONAY AYYILDIZ
Hall 3, Kerime...
Hall 3, Kerime Merve Alaca
0:01:15
10:19
Next slide
Neden Bu Araştırma?
Hızlı Kentleşme
Nüfus artışı ve sanayileşme, metropol alanlarda katı atık üretimini kritik düzeyde artışı.
Karmaşık Karar Süreci
Tesis yerleşim kararları; çevresel, sosyal, ekonomik ve teknik kısıtları eş zamanlı ele almayı gerektiriyor.
Araştırma Boşluğu
Uygulanan ÇKKV yöntemleri, değerlendirme kriterleri ve metodolojik eğilimler üzerine sistematik bir sınıflandırma eksikliği mevcut.
İTÜ
Amaç & Metodoloji
Click to add notes
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Ara odalar
Daha fazla
Odadan çık

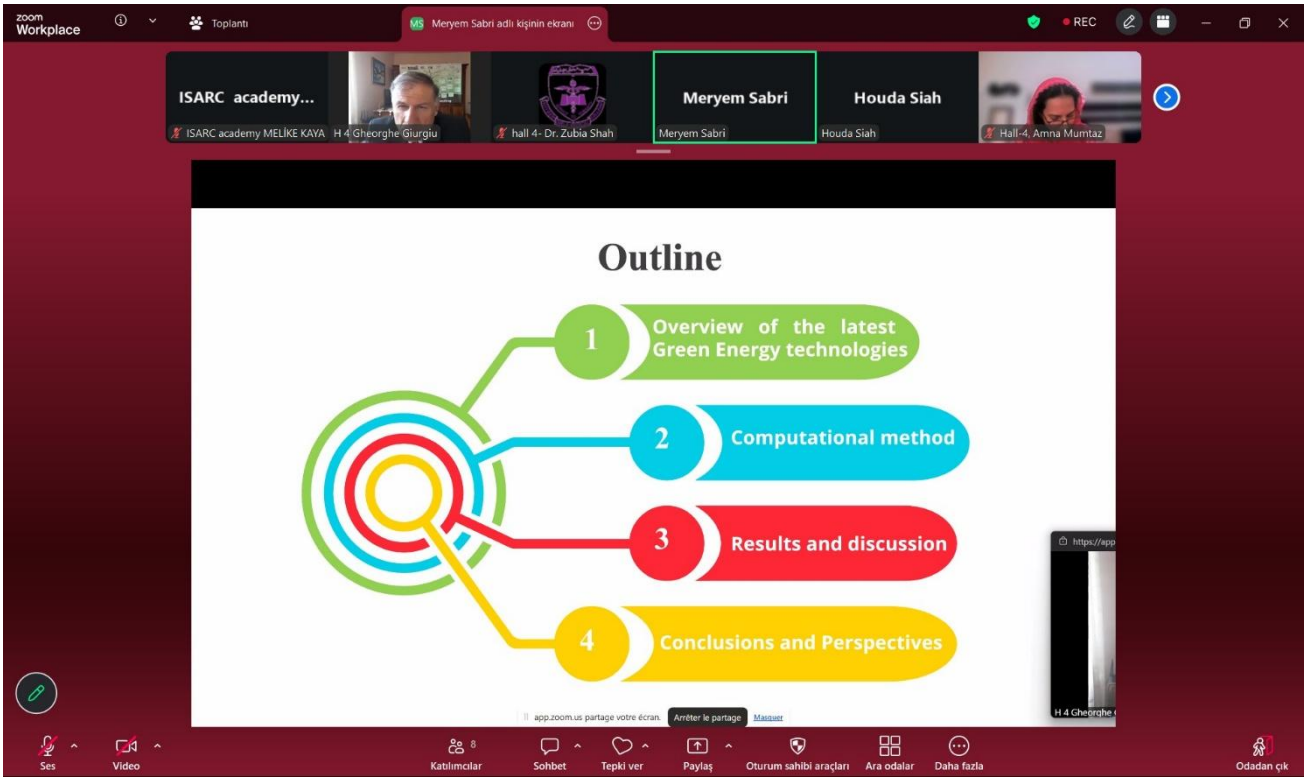

Toplantı
Hall 3, Kerime Merve Alaca adlı k
REC
ISARC academy...
ISARC academy MELİKE KAYA
Hall 3, Kerime Merve Alaca
Cansu Açıkalın / Hall-3
Hall-3, Mehmet Pala
Hall 3, SONAY A...
Hall 3, SONAY AYYILDIZ
Hall3,Hüsna Nur Okur
Alana dair sosyal medyada en çok vurgulanan mekanlar ve nesneler
Yediler Manastırı
Kaynak: Wikiloc
Zeus Tapınak
Kaynak: Wikiloc
Kalıntı Duvarlar
Kaynak: Wikiloc
Kaya Mezarları
Kaynak: Blog
Yol İşaretleri
Kaynak: YouTube
Su Kaynakları
Kaynak: YouTube
Gölyaka Köyü
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık


Toplantı
Hall-3, Mehmet Pala adlı kişinin e
REC
ISARC academy...
ISARC academy MELİKE KAYA
Hall-3, Mehmet Pala
Cansu Açıkalın / Hall-3
Hall 3, Kerime...
Hall 3, Kerime Merve Alaca
Hall3,Hüsna Nur Okur
Hall3,Hüsna Nu...
Hall3,Hüsna Nur Okur
Microsoft Edge web kamerasını kullanıyor
Engelle
İzin ver
Erişilebilirlik
Çoğunlukla kaliteye ve görünüşe önem verilmekte, erişilebilirlik bakımından işlevsellik yeterli seviyede olmamaktadır.
Eğim ve güvenlik sorunu olan rampalar, kaygan zeminler, dar kapılar, dar kabinler, kot farkları, okunamayan ve anlaşılamayan işaretlemeler, yön tabelaları, tüm engel gruplarına hitap edemeyen mekanlar bunlara örnek verilebilir.
Sözde erişilebilirlik uygulamaları erişim sağlayamaz.
Çalışanlar gerekli eğitimlerden geçirilerek
app.zoom.us, ekranınızı paylaşıyor.
Paylaşımı durdur
Gizle
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Ara odalar
Daha fazla
Odadan çık


Hall-3, Mehmet Pala adlı kişinin e
Hall 3, Kerime...
Hall 3,Halid İrfa...
Hall-3, Mehmet Pala
Murat Saraçoğlu
Cansu Açıkalın / Hall-3
Hall 3, Kerime Merve Alaca
Hall3,Hüsna Nur Okur
Hall 3,Halid İrfan Kılıç
GENEL BAKIŞ
Su mühendisliği sorunları, bölgenin topografik, jeolojik ve hidrolojik değişiklikleri nedeniyle bölgeye özgüdür.
Bu nedenle, bir bölgede inşa edilecek özel bir su yapısı, örneğin bir baraj, özellikleri tamamen farklı olan başka bir bölgeye uygulanamaz.
Nehir havzalarında gerçekleştirilecek su kaynakları projeleri için doğru planlama yapılmasını ve yakın gelecekte havza sınırları içinde daha faydalı kullanımların elde edilmesini sağlamak amacıyla, ilgili havzadaki yağış-akış ilişkilerinin incelenmes
1 atanmamış katılımcı
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Ara odalar
Daha fazla
Odadan çık


Cansu Açıkalın / Hall-3 adlı kişinir
Hall 3, Kerime...
Hall 3,Halid İrfa...
Cansu Açıkalın / Hall-3
Hall-3, Mehmet Pala
Hall 3, Kerime Merve Alaca
Hall3,Hüsna Nur Okur
Murat Saraçoğlu
Hall 3,Halid İrfan Kılıç
Avantajlar;
*Düşük üretim maliyeti
*Hafif ve küçük hacimlidir
* Kullanışlıdır
* İnce profilli ve yassı biçimde olmaları
*Besleme konumundaki ufak değişiklikler sayesinde doğrusal ve dairesel kutuplanmış ışıma yapabilirler.
ator, yükselteç, değişken zayıflatıcılar, anahtarlar, modulatörler, karıştırıcılar, faz değiştiricileri v.s. gibi
katıhal araçları mikroşerit antenlerin alt taşına ilave edilerek, bileşik sistemler geliştirilebilir. [2]
1 atanmamış katılımcı
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Ara odalar
Daha fazla
Odadan çık


zoom Workplace
Toplantı
Murat Saraçoğlu adlı kişinin ekrarı
REC
Murat Saraçoğlu
Cansu Açıkalın / Hall-3
Hall-3, Mehmet Pala
Hall 3, Kerime...
Hall 3, Kerime Merve Alaca
Hall3,Hüsna Nur Okur
Hall 3,Halid İrfa...
Hall 3,Halid İrfan Kılıç
M2 Proton Kanalı: Antiviral Hedef
İnfluenza A virüsünün yaşam döngüsünde kritik rol oynayan M2 proton kanalı, antiviral ilaç geliştirme çalışmalarında önemli bir hedef protein olarak kabul edilmektedir.
Bu kanal, virüsün hücre içinde açılarak viral genetik materyalin serbestleşmesi ve enfeksiyonun başlatılması için kritik öneme sahiptir.
Virüs hücreye girer
M2 kanalı aktive olur
Proton (H⁺) iletimini sağlar
Virüsün zarı açılır
Çoğalma için hazır hale gelir
Stratejik Önem: M2 kanalının inhibe edilmesi, virüsün çoğalma döngüsünü erken aşamada durdurabildiği için antiviral ilaç
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Ara odalar
Daha fazla
Odadan çık
ISARC academy...
ISARC academy MELİKE KAYA
Cansu Açıkalın / Hall-3
Hall3,Hüsna Nur Okur
Hall-3, Mehmet Pala
Hall 3, SONAY A...
Hall 3, SONAY AYYILDIZ
Hall 3, Kerime...
Hall 3, Kerime Merve Alaca
LOTİFORM SÜTUN-LOTUS ÇİÇEĞİ
Lotus çiçeğinin tomurcuk ve açmış formundan esinlenmiştir.
Form, büyüme ve açılma süreçlerini temsil eder.
Doğanın dönüşüm süreci mimariye aktarılmıştır.
PAPİRÜS SÜTUN-PAPİRÜS BİTKİSİ
Nil deltası ekosisteminden esinlenmiştir.
Papirüs bitkisinden ilham alınmıştır.
Şaft formu yukarı doğru büyüme etkisi yaratır.
Doğal
dile aktarılmıştır.
1 atanmamış katılımcı


zoom Workplace
Toplantı
Meryem Sabri adlı kişinin ekranı
REC
ISARC academy...
Meryem Sabri
Houda Siah
ISARC academy MELİKE KAYA
H 4 Gheorghe Giurgiu
hall 4- Dr. Zubia Shah
Meryem Sabri
Houda Siah
Hall-4, Amna Mumtaz
Outline
1 Overview of the latest Green Energy technologies
2 Computational method
3 Results and discussion
4 Conclusions and Perspectives
app.zoom.us partage votre écran.
Arrêter le partage
Masquer
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Oturum sahibi araçları
Ara odalar
Daha fazla
Odadan çık

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

KONU: Kongre Katılımcı Bilgisi **28.04.2026**

İLGİLİ MAKAMA

1.ULUSLARARASI GÖREME BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE INOVASYON KONGRESİ 17-18 NİSAN 2026 tarihleri arasında GÖREME-NEVŞEHİR ‘de online olarak 11 farklı ülkeden (Türkiye:20 ve diğer Ülkeler:29 Toplam:49 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 ve Doçentlik kriterlerine uygun düzenlenmiştir.
Bilgilerinize arz edilir.
Saygılarımla

Sefa Salih BİLDİRİCİ
HEAD OF İSARC

CONFERENCE PAPERS

AUTHORS	TITLE	NO
Prof.Dr.Hasan AYAYDIN	Does Fınancıal Development Affect Envıronmental Sustaınabılıty?	1-7
Prof.Dr.Hasan AYAYDIN	Does Renewable Energy Source Contrıbute To Envıronmental Sustaınabılıty?	8-15
Ercan DURSUN Assist. Prof. Dr. Arzu EKİNCİ DEMİRELLİ	Comparatıve Analysıs Of Academıc And Admınıstratıve Staff's Perceptıons Of Organızatıonal Stress, Organızatıonal Justıce, And Job Satısfactıon: A Pılot Study	16-32
Assoc. Prof. Dr. Ertuğrul GÜREŞÇİ Handan MUTLU	A Study On The Effect Of Internal Communıcatıon On Organızatıonal Commıtment: The Example Of Kırşehir Labor And Employment Institutıon Provıncıal Dırectorate (Kırşehir İşkur)	33-45
Lect. Dr.Ebubekir KOÇAK	The Functıonal Role Of Color Theory In Dıgıtal Game Interfaces: An Examınatıon In The Context Of User Experıence (Ux)	46-48
Lect. Dr.Ebubekir KOÇAK	The Use Of Pıxel Art As A Vısual Communıcatıon Strategy In Dıgıtal Games	49-51
PhD Feray TOPCU Assoc. Prof. Dr. Nadire KARADEMİR	Kahramanmaraş's Smart City Journey: An Assessment of Opportunities, Challenges, and the Strategic Roadmap	52-69
Assoc. Prof. Dr. Nadire KARADEMİR PhD Feray TOPCU	An Assessment of the Natural, Historical, and Cultural Heritage Potential of Geben Valley National Park from the Perspective of Sustainable Tourism	70-87
Assoc. Prof. Dr. Ayşe ELKOCA Zeynep ÇEPİK	Medikal Turizmde En Çok Tercih Edilen Cerrahi İşlemler Ve Başarı Faktörleri	88-96
Assoc. Prof. Dr.Ayşe ELKOCA Emine NERGİZ	Yaşlılarda Cinsel Sağlığın Görünmezliği	97-104
Dr. Rukiye KARDAŞ YALÇIN	Gender Roles and Women's Religiosity in Turkey: Transformation and Struggle in the Modernization Process	105-116
Reyhan Nur Vural Yıldırım Prof. Dr. Yücel Can	Çalışan Kadın, Anne Ve Eş Olmak: Rol Çatışmaları Üzerine Öz-Analiz	117-120
Ümmühan AZMAN Prof. Dr. Yücel CAN	The Experıences Of Adolescents Regardıng Conflıcts Wıth Theır Parents: A Qualıtatıve Study	121-127
Hüsna Nur OKUR Sonay AYYILDIZ	Nature, Meanıng, And Representatıon In Ancıent Archıtecture: A Bıomımetıc Comparıson Through Ancıent Egyptıan And Ancıent Greek Cıvılızatıons	128-139
Halid İrfan KILIÇ Harun TURKOGLU Atilla DAMCI	Solıd Waste Facılıty Site Selectıon: Methods, Crıterıa, And Emergıng Trends	140
Kerime Merve ALACA Prof. Dr. Hümeyra BİROL	Perceptıon And Awareness Of Latmos Cultural Landscape	141-142
Dr. Mehmet PALA	Theoretıcal And Practıcal Approaches To Removıng Barrıers To Accessıbılıty In Turkey	143-150
Dr.Mehmet PALA Prof. Dr. Mehmet İshak YÜCE	The Rate Of Change Approach In Interpretıng The Raınfall- Runoff Relatıonshıp In Murat Rıver Basın	151-159
Cansu AÇIKALIN Dr.Rabia TOPRAK Mehmet YERLİKAYA	Investıgatıon Of The Effect Of Dıfferent Slot Types On The Performance Of Mıcrostrıp Antenna Structures And Optimization	160-183
Mehmet İzzettin YILMAZER Murat SARAÇOĞLU Fatma KANDEMİRLİ	Quantum Chemıcal Investıgatıon Of The Antıvıral Potentıal Of Some Aryl Sulfonamıde Derıvatıve Compounds Agaınst H5n1 Influenza A Vırus	184-199

AUTHORS	TITLE	NO
Assist. Prof. Dr. MUHAMMAD FAISAL	AI-Driven Integrated Poverty Monitoring System for Pakistan	200
Dr. Saima Shaheen Dr. Nabila Sher	Thyroid Hormone Levels And Their Association With Plasma Zinc Levels Among Adolescent Afghan Refugees; A Cross-Sectional Study	201-202
Dr.Nodar Sulashvili , Irina Imerlishvili , Maka Buleishvili , Archil Chirakadze , Nodar Mitagvaria , Vira Kravchenko , Marika Sulashvili , Nato Alavidze, Igor Seniuk , Nana Gorgaslidze , David Aphkhazava	The Double-Edged Sword Of Phage Therapy: Clinical Promise Versus Transduction-Driven Spread Of Virulence And Antibiotic Resistance	203-256
Major Gheorghe GIURGIU Prof. Dr. med Manole COJOCARU	Natural Modulation Of The Gut Microbiota İn Patients With Food Allergies. Impact Of Alergiplant	257
Ar. Dr. Omer Shujat Bhatti Ar. Hafiz Muhammad Ahmed Nadeem	Ai And Contemporary Business Practices In Architecture. A Case Of Architectural Design Industry In Pakistan	258
Dr. Zubia Shah	Metabolic And Redox Adaptations To Time-Efficient Moderate Exercise İn Prediabetes	259
Dr.Kalsoom Tariq	Effect Of Lipid Based Nutritional Supplements During Pregnancy On Maternal Anthropometry And Hematological İndices; A Randomized Controlled Trial	260-261
Amna Mumtaz, Shamshad-ul-Hassan , Humaira Muzaffar , Arslan Iftikhar , Imran Mukhtar	Hepatoprotective Effect Of Salvadora Persica (Miswak), Vitamin B12 And Their Combination On Carbon Tetrachloride Induced Toxicity In Rat Model	262
Fardos Tanveer, Humaira Muzaffar, Ghulam Hussain, Arslan Iftikhar	Understanding The Expression Level Of AKT And PTEN Genes İn Female Breast Cancer	263
S.R.Prathithasri Dr.R. Devi Dr.R. Srinivasan	Liposome-based Vaccine Delivery Systems	267
H. Ouhenou M. Agouri A. Waqdim S. Elfilali A. Abbassi S.Taj B. Manaut	Hydrogen Storage Potential Of Li-Decorated TiB_2 Mbene Monolayer	265
ROBERT, Tenong Gortah	Application Of Energy Efficiency Strategies In Design Of Shopping Mall In Minna, Niger State, Nigeria	266
Abdelali Laid Abed zoulikha Aced Mohamed reda	Numerical Simulation of CIGS Solar Cells Incorporating a ZnS Insulation Layer	267
MD Moien	Development and Evaluation of Calcium-Enriched Cookies Fortified with Eggshell Powder	268-269
Mohamed El Kadi , Mohammed Boutahricht , Ibtissame Guirrou Jamal Charafi Mohamed boutahricht	Agrophysiological Characterization Of A Nationwide Moroccan Caprifig Collection (Ficus Carica L. Var. Caprificus) Cultivated İn The Saïss Plain	270
Dr. Rinese Shala	Temporomandibular Joint Pain Resulting From Trauma: A Literature Review	271

AUTHORS	TITLE	NO
LABYAD Soukayna EL FAKIR El Habib LOUKILI Hayat HAJAJI Souad	Mechanisms Of Reverse Osmosis Membrane Fouling And The Critical Role Of Pretreatment Optimization	272
Isah Shamsudeen Mohammed Isah Mohammed Mohammed Nasir Abubakar Sadik Shehu	Climate Variability, Livelihood Vulnerability And Happiness Among Pastoralist Communities İn Bosso Local Government Of Niger State, Nigeria: An Empirical Study	273
Soukaina Elorchi Mimoun Belhadi Mohammed Chafi Mohammed Salah	Corrosion İnhibition Of Carbon Steel By Pyrazole Derivatives: Experimental Study And Modeling (DFT, Molecular Dynamics, And Monte Carlo)	274
Ayesha Tariq Nasir Rasool Hasan Abbas Aqsa Kanwal	Synthesıs Of 2-Ethylhexyl 5-Bromothıophene-2-Carboxylates: Antıbacterıal Actıvıtıes Agaınst Salmonella Typhı; Dockıng Studıes Valıdatıon; Pharmacokınetıcs And Dft Determınatıon Of Structural Features	275
Md. Ashikur Jaman Sakib	Design, Simulation, And Experimental Validation Of A 3D CAD-Based Water Flow Visualization Setup For Flow Regime Analysis	276
Tanzeela Dr. Matloob Ahmad Dr. Furqan Ahmad Saddique Dr. Muhammad Akash Tanzeela Riaz	Recent Progress in the Synthetic Strategies and Functionalization of Thiophene Scaffolds	277
Aya Chelh Houda Siah Meryem Sabri Hamid Ez-Zahraouy	Compressive Strain Effects On The Photocatalytic And Optoelectronic Properties Of $CsInBr_3$ For Efficient Hydrogen Production: A DFT Study	278
Houda Siah Aya Chelh Meryem Sabri Hamid Ez-Zahraouy	First-Principles İnvestigation Of The Mechanical, Electronic, Optical, Photocatalytic, And Thermodynamic Properties Of Cs 2 Bbr 6 (B = Si, Ti, And Sn) Double Perovskites	279
Meryem Sabri Aya Chelh Houda Siah Hamid Ez-Zahraouy	Ab-İnitio Investigation Of The Physical Properties Of Libh3 Perovskite For Hydrogen Storage Applications	280
Aya Chelh Houda Siah Meryem Sabri Hamid Ez-Zahraouy	Impact Of Complete Sulfur Substitution By Selenium And Tellurium On The Structural, Electronic, Optical, And Photocatalytic Properties Of Caal 2 S 4 : A Dft Investigation	281
Houda Siah Aya Chelh Meryem Sabri	Band Gap Narrowing And Visible-Light Absorption İn Chalcogen-Doped Natao 3 For Photovoltaic Applications	282
Meryem Sabri Aya Chelh Houda Siah	Dft İnvestigation Of The Structural, Optoelectronic, Thermoelectric, And Thermodynamic Properties Of Metal Phosphides Mp2 (M = Co, Rh, And Ir)	283
Fatima El hilah Aicha Rossafi Soukaina Njili Jamila Dahmani Nadia Belahbib	Self-Medication With Medicinal Plants İn Children İn Morocco	287-285
Abubakar Sidiq Nurudeen	Projectıon Bıometrıcs For Csam Offenders Identıfıcatıon: A Forensıc Framework For Law Enforcement	

FİNANSAL GELİŞME ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ ETKİLER Mİ?

Prof.Dr.Hasan AYAYDIN
Gümüşhane University, Faculty of Economics and Administrative Sciences,
Department of Business Administration, 29100 Bağlarbaşı, Gümüşhane
ORCID ID: 0000-0002-5395-1411

ÖZET

Son yıllarda akademik literatürde çevresel sorunlara yönelik ilginin belirgin biçimde arttığı ve bu konunun disiplinler arası bir araştırma alanına dönüştüğü görülmektedir. Bu bağlamda çalışmalar, çevresel sürdürülebilirliği güçlendiren ya da zayıflatan unsurların ortaya çıkarılmasına odaklanmaktadır. Özellikle finansal gelişmişlik düzeyi, çevresel sürdürülebilirliğin belirleyicileri arasında öne çıkan faktörler olarak değerlendirilmektedir. Bu iki değişkenin birlikte ele alınması, çevresel performansın hem nedenlerini hem de sonuçlarını bütüncül bir çerçevede analiz etmeye imkân tanımaktadır. Bu çalışmanın amacı literatür taramasına dayanarak, finansal gelişmenin çevresel performans üzerindeki etkilerinin teorik altyapısını irdelemektir. Literatür incelendiğinde, hisse senedi piyasalarına odaklanan çalışmalar çevresel etkilerin asimetrik ve bağlama özgü olduğunu ortaya koymaktadır. Finansal gelişme ve hisse senedi piyasalarının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini ele alan literatür, bu ilişkinin tek yönlü ve homojen bir yapı sergilemediğini ortaya koymaktadır. Erken dönem çalışmalar, finansal gelişmenin çevresel kalite üzerinde iyileştirici bir rol oynayabileceğini ileri sürmektedir. Ancak daha güncel çalışmalar, finansal gelişmenin çevresel etkilerinin doğrusal olmadığını ve kurumsal yapıya duyarlı olduğunu vurgulamaktadır. Literatürdeki çalışmalardan ulaşılan sonuçlardan, finansal gelişmenin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerinin kurumsal yapı, enerji bileşimi, kalkınma düzeyine bağlı olarak değiştiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla finansal gelişme ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki bağlantının irdelenmesi, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda çevresel kalite temelli çevre politikalarının etkinliğinin değerlendirilmesi açısından önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada ayrıca, literatür taramasına dayanarak, finansal gelişmenin çevresel sürdürülebilirlikteki rolünün açıklanması, çevresel politika araçları, enerji dönüşümü, kurumsal yapı ve ekonomik yapı açısından teorik destek sağlayacak ve bu konuda politika oluşturulmasına yönelik hazır bilgi sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Finansal Gelişmişlik, Yeşil teknoloji, Çevresel Sürdürülebilirlik

DOES FINANCIAL DEVELOPMENT AFFECT ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY?

ABSTRACT

In recent years, there has been a significant increase in interest in environmental problems in the academic literature, and this topic has transformed into an interdisciplinary research area. In this context, studies focus on identifying the factors that strengthen or weaken environmental sustainability. In particular, the level of financial development is considered a prominent factor among the determinants of environmental sustainability. Considering these two variables together allows for a holistic analysis of both the causes and consequences of environmental performance. The aim of this study is to examine the theoretical basis of the effects of financial development on environmental performance, based on a literature review. When the literature is examined, studies focusing on stock markets reveal that environmental effects are asymmetric and context-specific. The literature addressing the effects of financial development and stock markets on environmental sustainability shows that this relationship does not exhibit a unidirectional and homogeneous structure. Early studies suggest that financial development can play an improving role in environmental quality. However, more recent studies emphasize that the environmental effects of financial development are not linear and are sensitive to institutional structure. The results of studies in the literature indicate that the effects of financial development on environmental sustainability vary depending on institutional structure, energy mix, and level of development. Therefore, examining the link between financial development and environmental sustainability is a crucial requirement for evaluating the effectiveness of environmental quality-based environmental policies in line with sustainable development goals. This study, based on a literature review, will also provide theoretical support for explaining the role of financial development in environmental sustainability, environmental policy tools, energy transition, institutional structure, and economic structure, and will provide readily available information for policy making in this area.

Keywords: Financial Development, Green Technology, Environmental Sustainability

GİRİŞ

Son yıllarda akademik literatürde çevresel sorunlara yönelik ilginin belirgin biçimde arttığı ve bu konunun disiplinler arası bir araştırma alanına dönüştüğü görülmektedir. Bu bağlamda çalışmalar, çevresel sürdürülebilirliği güçlendiren ya da zayıflatan unsurların ortaya çıkarılmasına odaklanmaktadır. Özellikle finansal gelişmişlik düzeyi, çevresel sürdürülebilirliğin belirleyicileri arasında öne çıkan faktörler olarak değerlendirilmektedir.

Bu iki değişkenin birlikte ele alınması, çevresel performansın hem nedenlerini hem de sonuçlarını bütüncül bir çerçevede analiz etmeye imkân tanımaktadır.

Bu çalışmanın amacı literatür taramasına dayanarak, finansal gelişmenin çevresel performans üzerindeki etkilerinin teorik altyapısını irdelemektir. Literatür incelendiğinde, hisse senedi piyasalarına odaklanan çalışmalar çevresel etkilerin asimetrik ve bağlama özgü olduğunu ortaya koymaktadır.

Finansal gelişme ve hisse senedi piyasalarının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini ele alan literatür, bu ilişkinin tek yönlü ve homojen bir yapı sergilemediğini ortaya koymaktadır. Erken dönem çalışmalar, finansal gelişmenin çevresel kalite üzerinde iyileştirici bir rol oynayabileceğini ileri sürmektedir. Ancak daha güncel çalışmalar, finansal gelişmenin çevresel etkilerinin doğrusal olmadığını ve kurumsal yapıya duyarlı olduğunu vurgulamaktadır.

Literatürdeki çalışmalardan ulaşılan sonuçlardan, finansal gelişmenin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerinin kurumsal yapı, enerji bileşimi, kalkınma düzeyine bağlı olarak değiştiği anlaşılmaktadır.

Dolayısıyla finansal gelişme ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki bağlantının irdelenmesi, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda çevresel kalite temelli çevre politikalarının etkinliğinin değerlendirilmesi açısından önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada ayrıca, literatür taramasına dayanarak, finansal gelişmenin çevresel sürdürülebilirlikteki rolünün açıklanması, çevresel politika araçları, enerji dönüşümü, kurumsal yapı ve ekonomik yapı açısından teorik destek sağlayacak ve bu konuda politika oluşturulmasına yönelik hazır bilgi sağlayacaktır.

2. FİNANSAL GELİŞME İLE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Finansal gelişme ve hisse senedi piyasalarının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini ele alan literatür, bu ilişkinin tek yönlü ve homojen bir yapı sergilemediğini ortaya koymaktadır. Ridwan vd. (2024) 1990–2022 döneminde ABD örnekleminde sanayileşmenin LCF'yi artırdığını, buna karşılık finansal gelişme, ticari açıklık ve özellikle hisse senedi piyasası kapitalizasyonunun çevresel kaliteyi zayıflattığını göstermektedir. Benzer biçimde Zhao vd. (2023), BRICS-T ülkelerinde hisse senedi piyasası gelişiminin ve doğal kaynak kullanımının LCF'yi azalttığını, çevresel sürdürülebilirliği destekleyen temel unsurun yenilenebilir enerji kullanımı olduğunu ortaya koymaktadır. Ridwan vd. (2024) çalışması, ABD'de 1990–2022 döneminde ticari açıklık, finansal gelişme, hisse senedi piyasası kapitalizasyonu ve sanayileşmenin çevresel sürdürülebilirliği temsil eden yük kapasitesi faktörü (LCF) üzerindeki etkilerini ARDL yaklaşımıyla inceleyerek Yük Kapasitesi Eğrisi (LCC) hipotezini test

etmektedir. Bulgular, ABD için LCC hipotezinin geçerli olduğunu; sanayileşmenin LCF ile pozitif ilişkili olduğunu, buna karşılık finansal gelişme, ticari açıklık ve özellikle hisse senedi piyasası kapitalizasyonunun LCF'yi azaltarak çevresel kaliteyi zayıflattığını ve bu değişkenler arasında seçilmiş tek yönlü nedensellik ilişkilerinin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, ABD'de çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi amacıyla çevre dostu sanayi uygulamalarının yaygınlaştırılmasını, finansal sistem ve sermaye piyasalarının yeşil yatırımları zorunlu ve teşvik edici biçimde yönlendirecek düzenlemelerle yeniden yapılandırılmasını önermektedir.

Buna karşılık erken dönem çalışmalar, finansal gelişmenin çevresel kalite üzerinde iyileştirici bir rol oynayabileceğini ileri sürmektedir. Tamazian (2009), BRIC ekonomilerinde 1992–2004 dönemine ilişkin panel veri analizinde ekonomik büyüme ve finansal gelişmenin CO_2 emisyonlarını azalttığını bulmuştur. Tamazian (2009) çalışması, BRIC ekonomilerinde 1992–2004 döneminde ekonomik ve finansal gelişmenin çevresel kalite üzerindeki etkilerini, ülkelere özgü gözlenemeyen heterojenliği dikkate alan panel veri modelleriyle inceleyerek çevresel bozulmanın belirleyicilerini analiz etmektedir. Bulgular, hem ekonomik büyümenin hem de finansal gelişmenin çevresel bozulmayı azalttığını; özellikle finansal serbestleşme ve dışa açıklığın CO_2 emisyonlarının düşürülmesinde önemli rol oynadığını ve bu sonucun ABD ve Japonya'nın dâhil edildiği sağlamlık analizleriyle de korunduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi için finansal açıklık ve liberalizasyon politikalarının sürdürülmesini, Ar-Ge odaklı doğrudan yabancı yatırımları çekecek düzenlemelerin teşvik edilmesini ve finansal gelişmenin çevresel hedeflerle uyumlu biçimde yönlendirilmesini önermektedir.

Piñeiro Chousa vd. (2009) ise aynı ülke grubunda finansal gelişmenin kişi başına emisyonları düşürdüğünü ve yüksek gelir düzeylerinde Çevresel Kuznets Eğrisi'nin (EKC) geçerli olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalar, finansal piyasaların teknoloji transferi ve verimlilik kanalları aracılığıyla çevresel bozulmayı sınırlayabileceğini öne sürmektedir.

Ancak daha güncel çalışmalar, finansal gelişmenin çevresel etkilerinin doğrusal olmadığını ve kurumsal yapıya duyarlı olduğunu vurgulamaktadır. Latif ve Faridi (2023), 48 Asya ülkesinde finansal gelişme ve hisse senedi piyasası temelli büyümenin uzun dönemde LCF'yi azalttığını; buna karşın güçlü kurumsal yapı altında ters U-şekilli finans piyasası temelli EKC ilişkisinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Annor vd. (2025), Sahra Altı Afrika ülkelerinde finansal gelişme–çevresel kalite ilişkisinin insani gelişmişlik düzeyine göre

farklılaştığını ve düşük gelişmişlik düzeylerinde finansal gelişmenin çevresel kaliteyi iyileştirebildiğini göstermektedir.

Hisse senedi piyasalarına odaklanan çalışmalar ise çevresel etkilerin asimetrik ve bağlama özgü olduğunu ortaya koymaktadır. Uysal ve Çayır (2023), Türkiye'de 1991–2021 döneminde Borsa İstanbul endekslerindeki gelişmelerin CO_2 emisyonları, ekolojik ayak izi ve LCF üzerinde kısa ve uzun dönemde asimetrik etkiler yarattığını ve sermaye piyasası genişlemesinin belirli koşullarda çevresel baskıları artırabildiğini göstermektedir. Mushafiq ve Prusak (2023) da AB-27 ülkelerinde hisse senedi piyasası endekslerindeki pozitif şokların uzun dönemde çevresel bozulmayı artırdığını, negatif şokların ise azaltıcı etki yarattığını tespit etmektedir. Uysal ve Çayır (2023) çalışması, Türkiye'de 1991–2021 döneminde hisse senedi piyasasına dayalı finansal gelişmenin çevresel kalite üzerindeki etkilerini, CO_2 emisyonları, ekolojik ayak izi ve yük kapasitesi faktörü (LCF) göstergeleri çerçevesinde doğrusal olmayan ARDL yaklaşımıyla incelemektedir. Bulgular, Borsa İstanbul 100 endeksi ile Finansal ve Sınai alt endekslerdeki gelişmelerin çevresel kaliteyi kısa ve uzun dönemde asimetrik ve istatistiksel olarak anlamlı biçimde etkilediğini, sermaye piyasalarındaki genişlemenin belirli koşullarda çevresel baskıları artırabildiğini ortaya koymaktadır. Çalışma, Türkiye'de çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için hisse senedi piyasalarının yeşil yatırımları ve çevre dostu projeleri önceleyecek şekilde yönlendirilmesini, çevresel riskleri gözeten sermaye piyasası düzenlemelerinin güçlendirilmesini ve sürdürülebilirlik temelli finansal araçların teşvik edilmesini politika önceliği olarak önermektedir.

Ülke grupları arasında karşılaştırmalı analizler, finansal gelişmenin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerinin bölgesel farklılıklar içerdiğini göstermektedir. Annor vd. (2024), 47 ülkede finansal piyasaların genel olarak LCF'yi artırdığını, ancak Afrika özelinde finansal gelişmenin CO_2 emisyonlarını yükseltebildiğini ortaya koymaktadır. Annor vd. (2024) çalışması, 1990–2021 döneminde 47 ülkeden oluşan bir örneklemde yeşil enerji tüketimi ile ayrıştırılmış finansal gelişmenin çevresel kalite üzerindeki eşanlı etkilerini, yük kapasitesi faktörü (LCF) ve CO_2 emisyonları göstergeleri kullanarak iki aşamalı Sistem GMM yöntemiyle incelemektedir. Bulgular, finansal piyasaların gelişiminin genel olarak LCF'yi artırarak çevresel kaliteyi iyileştirdiğini; ancak Afrika özelinde finansal gelişmenin CO_2 emisyonlarını artırabildiğini, yeşil enerjinin LCF'yi azaltmasına rağmen CO_2 emisyonlarını düşürdüğünü ve finansal piyasaların yeşil enerji–LCF ilişkisini çevresel kalite lehine güçlendirdiğini ortaya koymaktadır. Çalışma, Afrika ülkelerinde sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılabilmesi için yeşil enerji politikalarının finansal piyasalarla uyumlu biçimde tasarlanmasını, finansal

gelişmenin çevresel etkilerini sınırlayacak düzenlemelerin güçlendirilmesini ve düşük karbonlu kalkınmayı destekleyen bütüncül çevre–finans politikalarının hayata geçirilmesini önermektedir. Eyüboğlu ve Uzar (2025) ise G20 ülkelerinde finansal gelişme ve ticari açıklığın LCF üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığını göstererek literatürdeki bulguların tutarsızlığına dikkat çekmektedir.

Son olarak, yöntemsel çeşitlilik literatürdeki sonuç farklılıklarını daha da belirginleştirmektedir. Akhayere vd. (2023), Türkiye'de kantil temelli yöntemlerle finansal gelişme ve ticari açıklığın çoğu kantilde LCF'yi azalttığını ortaya koyarken; Zhang vd. (2025), Bangladeş ve Pakistan'da makine öğrenmesi ve yapay sinir ağları kullanarak LCF'nin hisse senedi piyasası gelişimi ve yenilenebilir enerji kullanımına duyarlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, finansal gelişme ve hisse senedi piyasalarının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerinin kurumsal yapı, enerji bileşimi, kalkınma düzeyi ve kullanılan yöntemlere bağlı olarak değiştiği, dolayısıyla LCF temelli analizlerde bağlama özgü politika tasarımlarının zorunlu olduğu anlaşılmaktadır.

3. SONUÇ

Finansal gelişme ve hisse senedi piyasası gelişiminin çevresel kalite üzerindeki etkilerine ilişkin literatürdeki bulgulardan yola çıkarak aşağıdaki politika önerileri geliştirilmiştir:

Finansal gelişme ve hisse senedi piyasası gelişiminin yük kapasitesi faktörü üzerindeki etkilerine ilişkin literatürdeki bulgular, çevresel sürdürülebilirliğin piyasa genişlemesinin niceliğinden ziyade niteliğine bağlı olduğunu göstermektedir. Bu çerçevede, sermaye ve finansal piyasaların çevresel kalite üzerindeki olumsuz etkilerinin sınırlandırılabilmesi için kaynak tahsis mekanizmalarının çevre dostu yatırımları önceleyecek şekilde yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Özellikle hisse senedi piyasalarında çevresel riskleri gözetmeyen büyüme dinamiklerinin LCF'yi zayıflattığı dikkate alındığında, yeşil tahviller, sürdürülebilirlik endeksleri ve çevresel performansa dayalı finansal araçların yaygınlaştırılması temel bir politika önceliği olarak öne çıkmaktadır.

Literatürdeki Bulgular, finansal gelişmenin çevresel etkilerinin ülkelerin kurumsal kapasitesi ve düzenleyici çerçevesiyle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Güçlü yönetişim yapıları altında finansal ve sermaye piyasalarının çevresel bozulmayı yumuşatabildiği; buna karşılık kurumsal zayıflıkların bulunduğu ekonomilerde finansal genişlemenin çevresel baskıları artırabildiği görülmektedir. Bu bağlamda, finansal piyasaların çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu hâle getirilebilmesi için düzenleyici kurumların çevresel raporlama standartlarını güçlendirmesi, iklim risklerini finansal denetim süreçlerine entegre

etmesi ve çevresel performansı düşük yatırımların finansmana erişimini sınırlandırması önem taşımaktadır.

Enerji bileşimi ve yatırım yönelimi, finansal gelişme–LCF ilişkisini belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımlarını destekleyen finansal yapıların LCF'yi güçlendirdiği, buna karşılık fosil yakıt ağırlıklı enerji kullanımının finansal genişleme ile birleştiğinde çevresel iyileşme kapasitesini zayıflattığı görülmektedir. Bu nedenle, finansal ve sermaye piyasalarının enerji dönüşümünü destekleyecek biçimde tasarlanması, yenilenebilir enerji projelerine uzun vadeli ve düşük maliyetli finansman sağlanması ve doğal kaynak bağımlılığını azaltan yatırım stratejilerinin teşvik edilmesi çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir politika alanı oluşturmaktadır.

Kaynakça

Akhayere, E., Kartal, M. T., Adebayo, T. S., & Kavaz, D. (2023). Role of energy consumption and trade openness towards environmental sustainability in Turkey. Environmental Science and Pollution Research, 30(8), 21156-21168. https://doi.org/10.1007/s11356-022-23639-9

Annor, L. D. J., Robaina, M., & Vieira, E. (2025). Financial development, inclusive growth, and environmental quality: emerging markets perspective: Financial development, inclusive growth. *Environment, Development & Sustainability*, 27, 7407–7433. https://doi.org/10.1007/s10668-023-04198-6

Annor, L.D.J., Robaina, M. & Vieira, E. (2024). Climbing the green ladder in Sub-Saharan Africa: dynamics of financial development, green energy, and load capacity factor. *Environment Systems and Decisions,* 44, 607–623. https://doi.org/10.1007/s10669-023-09959-2

Latif, N., & Faridi, M. Z. (2023). Examining the impact of financial development on load capacity factor (LCF): System GMM analysis for Asian economies. *Frontiers in Energy Research*, *10*, 1063212. https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.1063212

Mushafiq, M., & Prusak, B. (2023). Nexus between stock markets, economic strength, R&D and environmental deterioration: New evidence from EU-27 using PNARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 32965-32984. https://doi.org/10.1007/s11356-022-24458-8

Ridwan, M., Aspy, N. N., Bala, S., Hossain, M. E., Akther, A., Eleais, M., & Esquivias, M. A. (2024). Determinants of environmental sustainability in the United States: analyzing the role of financial development and stock market capitalization using LCC framework. *Discover sustainability*, *5*(1), 319. https://doi.org/10.1007/s43621-024-00539-1

Tamazian, A., Chousa, J. P., & Vadlamannati, K. C. (2009). Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: evidence from BRIC countries. *Energy policy*, *37*(1), 246-253. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.025

Uysal, M., & Çayir, M. (2023). Analysis of the asymmetric relationship between stock markets and environmental quality: an analysis on Turkey. *Theoretical and Applied Economics*, 30(4), 99-118.

Zhang, Z., Chang, Z., Gan, Y., & Li, J. (2025). Renewable energy, innovation, and stock markets: Machine learning perspectives on environmental sustainability. *International Review of Financial Analysis*, *97*, 103880. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103880

Zhao, W. X., Samour, A., Yi, K., & Al-Faryan, M. A. S. (2023). Do technological innovation, natural resources and stock market development promote environmental sustainability? Novel evidence based on the load capacity factor. Resources Policy, 82, 103397. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103397

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAĞI ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE KATKI SAĞLAR MI?

Prof. Dr. Hasan AYAYDIN
Gümüşhane University, Faculty of Economics and Administrative Sciences,
Department of Business Administration, 29100 Bağlarbaşı, Gümüşhane
ORCID ID: 0000-0002-5395-1411

ÖZET

İnsan kaynaklı artan sera gazı salınımı ve endüstriyel süreçler küresel ısınmaya, sıcaklık artışına, kuraklık ve dengesiz yağış oranı gibi aşırı hava olaylarına neden olmuştur. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan bu karmaşık bir çevre sorunu ise iklim değişikliği olarak bilinir. Başta gelişmiş ülkeler olmak üzere gelişmekte olan ülkeler de iklim değişikliği zorluklarıyla etkin mücadelede yeterince başarılı olmayabilir. Bu yüzden, politika yapıcılar, hem sürdürülebilir kalkınmayı sağlama hem de çevresel bozulmayı önleme konusunda zorlu bir görevle karşı karşıyadır. Bu durum ülkeleri çevresel bozulmayla mücadele ile sürdürülebilir ekonomik büyümenin arasında bir denge oluşturmak için sera gazı emisyonlarını azaltmaya itmektedir. Bu gelişmeler, yenilenebilir enerjiyi sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında odak noktası haline getirdi. Bu çalışma yenilenebilir enerjinin çevresel sürdürülebilirlikteki rolünü ortaya koyarak teorik temeller hakkında bilgi sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki bağlantının kapsamlı bir şekilde anlaşılması, daha sürdürülebilir bir dünya oluşturmak amacıyla finansal kaynaklarını çevresel hedeflerle uyumlu hale getirmeyi amaçlayan hem politika yapıcılar, hem yatırımcılar hem de işletmeler için gereklidir. Literatürden elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel sürdürülebilirliği iyileştirmede önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Buna göre, literatür yenilenebilir ve yeşil enerji kullanımının çevresel performans üzerindeki etkisinin genel olarak olumlu olduğunu ortaya koymakla birlikte, bu etkinin büyüme dinamikleri, kentleşme, mali yapı ve enerji karmasının niteliğine bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu bilgiler ışığında çalışmanın amacı yenilenebilir enerjinin çevresel kalitenin iyileştirilmesindeki kritik rolünü açıklamaktır. Bu görüşlere dayanarak, çalışmada çevresel kaliteyi iyileştirmek için politika önerileri sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Çevresel Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Kalkınma

DOES RENEWABLE ENERGY SOURCE CONTRIBUTE TO ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY?

ABSTRACT

Increased human-caused greenhouse gas emissions and industrial processes have led to global warming, temperature increases, and extreme weather events such as drought and uneven

rainfall patterns. This complex environmental problem caused by human activities is known as climate change. Developed countries, as well as developing countries, may not be sufficiently successful in effectively combating the challenges of climate change. Therefore, policymakers face a challenging task of both achieving sustainable development and preventing environmental degradation. This situation is pushing countries to reduce greenhouse gas emissions in order to strike a balance between combating environmental degradation and sustainable economic growth. These developments have made renewable energy a focal point in achieving sustainable development. This study reveals the role of renewable energy in environmental sustainability and provides information on the theoretical foundations. A comprehensive understanding of the link between renewable energy and environmental sustainability is essential for policymakers, investors, and businesses aiming to align their financial resources with environmental goals to create a more sustainable world. Findings from the literature reveal that renewable energy sources have significant potential in improving environmental sustainability. Accordingly, while the literature reveals that the impact of renewable and green energy use on environmental performance is generally positive, it also shows that this impact varies significantly depending on growth dynamics, urbanization, financial structure, and the nature of the energy mix. In light of this information, the aim of the study is to explain the critical role of renewable energy in improving environmental quality. Based on these views, policy recommendations are presented in the study to improve environmental quality.

Keywords: Renewable Energy, Environmental Sustainability, Sustainable Development

GİRİŞ

İnsan kaynaklı artan sera gazı salınımı ve endüstriyel süreçler küresel ısınmaya, sıcaklık artışına, kuraklık ve dengesiz yağış oranı gibi aşırı hava olaylarına neden olmuştur. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan bu karmaşık bir çevre sorunu ise iklim değişikliği olarak bilinir. Başta gelişmiş ülkeler olmak üzere gelişmekte olan ülkeler de iklim değişikliği zorluklarıyla etkin mücadelede yeterince başarılı olmayabilir. Bu yüzden, politika yapıcılar, hem sürdürülebilir kalkınmayı sağlama hem de çevresel bozulmayı önleme konusunda zorlu bir görevle karşı karşıyadır. Bu durum ülkeleri çevresel bozulmayla mücadele ile sürdürülebilir ekonomik büyümenin arasında bir denge oluşturmak için sera gazı emisyonlarını azaltmaya itmektedir.

Bu çevresel olumsuz gelişmeler, yenilenebilir enerjiyi sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında odak noktası haline getirdi. Bu çalışma yenilenebilir enerjinin çevresel

sürdürülebilirlikteki rolünü ortaya koyarak teorik temeller hakkında bilgi sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki bağlantının kapsamlı bir şekilde anlaşılması, daha sürdürülebilir bir dünya oluşturmak amacıyla finansal kaynaklarını çevresel hedeflerle uyumlu hale getirmeyi amaçlayan hem politika yapıcılar, hem yatırımcılar hem de işletmeler için gereklidir.

Bu bilgiler ışığında çalışmanın amacı yenilenebilir enerjinin çevresel kalitenin iyileştirilmesindeki kritik rolünü açıklamaktır. Bu görüşlere dayanarak, çalışmada çevresel kaliteyi iyileştirmek için politika önerileri sunulmaktadır.

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ARASINDAKİ BAĞLANTI

Türkiye literatürü, yenilenebilir ve yeşil enerji kullanımının yük kapasitesi faktörü üzerindeki etkisinin genel olarak olumlu olduğunu ortaya koymakla birlikte, bu etkinin büyüme dinamikleri, kentleşme, mali yapı ve enerji karmasının niteliğine bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çabaş (2024), Eygü (2025), Esenyel İçen (2024), Aslan ve Akyıldız (2025) ve Bekun vd. (2025), farklı dönem ve yöntemlerle yaptıkları analizlerde yenilenebilir enerji kullanımının yük kapasitesi faktörünü artırarak çevresel sürdürülebilirliği desteklediğini; buna karşılık fosil yakıt kullanımı, ekonomik büyüme ve kentleşmenin çevresel kapasiteyi daralttığını göstermektedir. Ancak Dam ve Sarkodie (2023), yenilenebilir enerjinin Türkiye'de yalnızca kısa dönemde çevresel kapasiteyi desteklediğini ileri sürerek, yeşil enerji kazanımlarının henüz yapısal ve kalıcı nitelik kazanmadığına işaret etmektedir.

Kamu maliyesi, Ar-Ge ve finansal yapıyı merkeze alan Türkiye çalışmaları, yenilenebilir enerjinin yük kapasitesi faktörü üzerindeki etkisinin politika bileşimine duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Aslan ve Akyıldız (2025) kamu gelirleri ile yenilenebilir enerjinin LCF'yi güçlendirdiğini, kamu harcamaları ve gelir artışının ise çevresel kapasiteyi zayıflattığını; Çağlar vd. (2024) yenilenebilir enerji Ar-Ge yatırımlarının LCF'yi artırdığını, fosil yakıt Ar-Ge harcamalarının ise çevresel sürdürülebilirliği azalttığını ifade etmektedir. Ergün (2024), İslami bankacılık varlıklarının LCF'yi artırdığını vurgulamakta, hem yenilenebilir hem de yenilenemez enerji tüketiminin çevresel kapasite üzerinde baskı oluşturduğunu, enerji finansmanının niteliğinin enerji türünden bağımsız olarak belirleyici olabileceğine işaret etmektedir.

Nedensellik ve dinamik ilişkilere odaklanan Türkiye çalışmaları, yenilenebilir enerji–LCF ilişkisinin tek yönlü olmadığını göstermektedir. Ülger vd. (2025), yenilenebilir enerji tüketimi ile LCF arasında çift yönlü nedensellik olduğunu; Ahlat ve Yurtkuran (2025), yenilenebilir

enerjinin orman biyokapasitesini ve çevresel kapasiteyi güçlendirdiğini, buna karşılık ticari açıklığın çevresel bozulmayı artırdığını ortaya koymaktadır. Aslan (2025) ise yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğinin LCF'yi artırdığını, ancak büyüme odaklı inovasyon, rekabetçi sanayi performansı ve bazı verimlilik kazanımlarının çevresel kapasite üzerinde beklenen olumlu etkiyi oluşturmadığını, teknolojik ilerlemenin "yeşil" niteliğinin belirleyici olduğunu vurgulamaktadır.

Türkiye dışındaki yükselen ve yeni sanayileşmiş ekonomilere ilişkin çalışmalar, yenilenebilir enerjinin LCF üzerindeki etkisinin kurumsal yapı, finansal koşullar ve politika belirsizliği tarafından şekillendiğini göstermektedir. Ayaydın vd. (2025), FinTech'in yeşil enerji dönüşümünü hızlandırarak dolaylı biçimde ekolojik ayak izini azalttığını; Feng vd. (2025) ve Dai vd. (2024), yenilenebilir enerjinin çevresel kapasiteyi artırdığını ancak ekonomik politika belirsizliği, finansal gelişme ve sanayileşmenin bu etkiyi sınırlayabildiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Wang vd. (2024), gelir eşiği aşıldığında yenilenebilir ve yeşil teknolojilerin LCF'yi iyileştirdiğini, ancak erken aşamalarda büyümenin çevresel kapasiteyi zayıflattığını göstermektedir.

Gelişmekte olan ve bölgesel ülke gruplarına odaklanan çalışmalar, yenilenebilir enerjinin LCF üzerindeki etkisinin doğrusal olmadığını ortaya koymaktadır. Usman vd. (2025), temiz enerjinin çevresel kapasiteyi artırdığını ancak doğal kaynak çıkarımının bu kazanımları gölgelediğini; Adebayo ve Samour (2024), maliye politikalarının yenilenebilir enerjiyle uyumlu tasarlanmadığı durumlarda çevresel sürdürülebilirliğin zayıfladığını; Sun vd. (2024), Raihan vd. (2023) ise yenilenebilir enerjinin LCF'yi güçlendirdiğini ancak büyüme ve kentleşmenin çevresel baskıyı artırmaya devam ettiğini ortaya koymaktadır.

Gelişmiş ülke örnekleminde yapılan çalışmalar daha heterojen sonuçlar sunmaktadır. Jin vd. (2024), Karlılar Pata ve Pata (2025), yenilenebilir enerji Ar-Ge harcamaları ve ayrıştırılmış yeşil enerji türlerinin LCF'yi anlamlı biçimde artırdığını; Pata ve Samour (2022), Çamkaya ve Karaaslan (2024) bazı ülke ve dönemlerde yenilenebilir enerjinin çevresel kapasite üzerinde zayıf veya anlamsız etkiye neden olduğunu, enerji karmasının yapısı ve politika tasarımının belirleyici rolüne işaret etmektedir. Bu bulgular, yenilenebilir enerjinin LCF üzerindeki etkisinin evrensel ve sürekli olmadığını; özellikle Türkiye bağlamında, yenilenebilir enerji yatırımlarının çevresel kapasiteyi kalıcı biçimde güçlendirebilmesi için maliye, finans, sanayi ve kentleşme politikalarıyla bütünleşik bir çerçevede ele alınması gerektiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımının yük kapasitesi faktörü üzerindeki etkisini ağırlıklı olarak geleneksel ekonometrik yöntemler ve doğrusal varsayımlar çerçevesinde ele almakta; bu nedenle büyüme, kentleşme, finansal yapı ve enerji karması gibi unsurların ilişkiyi nasıl etkilediği yeterince net biçimde ortaya konulamamaktadır. Ayrıca elde edilen bulgular, dönemsel ve yapısal farklılıklar nedeniyle tutarlı sonuçlar sunmamaktadır. Bu çalışmada, yenilenebilir enerji ile yük kapasitesi faktörü arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar doğrultusunda ortaya çıkan ortak sonucun; *Yeşil enerji kullanımının çevresel sürdürülebilirliği pozitif yönde etkilediği anlaşılmaktadır.*

3. SONUÇ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

3.1. Sonuç

İklim değişikliği zorluklarıyla etkin mücadelede politika yapıcılar, hem sürdürülebilir kalkınmayı sağlama hem de çevresel bozulmayı önleme konusunda zorlu bir görevle karşı karşıyadır. Bu durum ülkeleri çevresel bozulmayla mücadele ile sürdürülebilir ekonomik büyümenin arasında bir denge oluşturmak için sera gazı emisyonlarını azaltmaya itmektedir. Bu bilgiler ışığında çalışmanın amacı yenilenebilir enerjinin çevresel kalitenin iyileştirilmesindeki kritik rolünü açıklamaktır. Bu görüşlere dayanarak, çalışmada çevresel kaliteyi iyileştirmek için politika önerileri sunulmaktadır.

Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımının yük kapasitesi faktörü üzerindeki etkisini ağırlıklı olarak geleneksel ekonometrik yöntemler ve doğrusal varsayımlar çerçevesinde ele almakta; bu nedenle büyüme, kentleşme, finansal yapı ve enerji karması gibi unsurların ilişkiyi nasıl etkilediği yeterince net biçimde ortaya konulamamaktadır. Ayrıca elde edilen bulgular, dönemsel ve yapısal farklılıklar nedeniyle tutarlı sonuçlar sunmamaktadır. Bu çalışmada, söz konusu sınırlılıkları aşmak amacıyla, yenilenebilir enerji ile yük kapasitesi faktörü arasındaki karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkiler yapay sinir ağları ve makine öğrenmesi temelli yöntemler kullanılarak analiz edilmekte; böylece Türkiye örneği için daha bütüncül ve açıklayıcı bulgular elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda çalışmalardan ortaya çıkan ortak sonucun; *Yeşil enerji kullanımının çevresel sürdürülebilirliği pozitif yönde etkilediği anlaşılmaktadır.*

3.2. Politika Önerileri

Türkiye'de çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi açısından yenilenebilir enerji politikalarının fosil yakıt bağımlılığını azaltan yapısal bir dönüşüm unsuru olarak ele alınması gerekmektedir. Bu doğrultuda, yenilenebilir enerji yatırımlarının emisyon yoğun sektörlerde ikame edici biçimde yaygınlaştırılması ve enerji karmasında kalıcı bir dönüşüm sağlayacak

düzenleyici çerçevelerle desteklenmesi, çevresel baskının azaltılması ve yük kapasitesi faktörünün güçlendirilmesi açısından temel bir politika önceliği olarak değerlendirilmelidir.

Yenilenebilir enerjinin çevresel kapasite üzerindeki olumlu etkilerinin ekonomik büyüme ve kentleşme baskıları altında zayıflamaması için enerji politikalarının enerji verimliliği uygulamalarıyla bütünleştirilmesi önem taşımaktadır. Enerji talebini sınırlandıran önlemler, çevresel maliyetleri içselleştiren düzenlemeler ve çevreyle uyumlu kentleşme politikaları, yenilenebilir enerji yatırımlarının çevresel kazanımlara dönüşmesini sağlayan tamamlayıcı unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Son olarak, yenilenebilir enerji politikalarının çevresel sürdürülebilirliğe kalıcı katkı sunabilmesi için kurumsal kapasitenin ve uygulama etkinliğinin güçlendirilmesi gerekmektedir. Politika belirsizliğini azaltan, uzun vadeli hedeflerle uyumlu ve çevresel iyileştirmeyi esas alan bir yönetişim yapısı, yenilenebilir enerji yatırımlarının çevre üzerindeki olumlu etkilerinin sürekliliğini güvence altına alacaktır. Bu bağlamda, Türkiye'de yenilenebilir enerji dönüşümünün başarısı, bütüncül ve tutarlı politika tasarımlarının hayata geçirilmesine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Kaynakça

Adebayo, T. S., & Samour, A. (2024). Renewable energy, fiscal policy and load capacity factor in BRICS countries: novel findings from panel nonlinear ARDL model. Environment, Development and Sustainability, 26(2), 4365-4389. https://doi.org/10.1007/s10668-022-02888-1

Ahlat, A., & Yurtkuran, S. (2025). Türkiye'de Ormanların Çevresel Kuznets ve Yük Kapasite Eğrilerinin Belirleyicileri Üzerine Ampirik Bir Analiz. Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi, 9(2), 454-477. https://doi.org/10.29216/ueip.1651556

Aslan, M. (2025). Türkiye'de rekabetçi endüstriyel performans ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki asimetrik ilişki: inovasyon ve yenilenemeyen enerji verimliliği sürdürülebilir çevre için önemli mi? *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi* (*48*), 217-240. https://doi.org/10.18092/ulikidince.1637584

Aslan, M., & Akyildiz, S. (2025). Maliye politikasının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi: Kesirli Fourier Boostrap ARDL yöntemi ile Türkiye'den ampirik bulgular. *Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*(*72*), 109-119. https://doi.org/10.18070/erciyesiibd.1688860

Ayaydın, H., Ergün, T., Barut, A., Erdem, A., & Pilatin, A. (2025). FinTech driven green energy transition foreign direct investment and ecological footprint in BRICST countries. *Scientific Reports*, *15*(1), 34838. https://doi.org/10.1038/s41598-025-18898-8

Bekun, F. V., Yadav, A., Onwe, J. C., Fumey, M. P., & Ökmen, M. (2025). Assessment into the nexus between load capacity factor, population, government policy in form of environmental tax: accessing evidence from Turkey. *International Journal of Energy Sector Management*, *19*(4), 841-867. https://doi.org/10.1108/IJESM-08-2024-0032

Çabaş, M. (2024). Türkiye'de fosil yakıt ve yenilenebilir enerjinin yük kapasitesi faktörüne etkisi: sürdürülebilir çevre için bootstrap fardl yaklaşımı. *Eurasian Econometrics Statistics & Emprical Economics Journal*, (25), 45–58. https://doi.org/10.17740/eas.stat.2024-V25-04

Çamkaya, S., & Karaaslan, A. (2024). Do renewable energy and human capital facilitate the improvement of environmental quality in the United States? A new perspective on environmental issues with the load capacity factor. *Environmental Science and Pollution Research*, *31*(11), 17140-17155. https://doi.org/10.1007/s11356-024-32331-z

Dai, J., Ahmed, Z., Alvarado, R., & Ahmad, M. (2024). Assessing the nexus between human capital, green energy, and load capacity factor: policymaking for achieving sustainable development goals. *Gondwana Research*, *129*, 452-464. https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.04.009

Dam, M. M., & Sarkodie, S. A. (2023). Renewable energy consumption, real income, trade openness, and inverted load capacity factor nexus in Turkiye: revisiting the EKC hypothesis with environmental sustainability. *Sustainable Horizons*, *8*, 100063. https://doi.org/10.1016/j.horiz.2023.100063

Ergün, T. (2024). İslami Bankacılık, Yenilenebilir-Yenilenemez Enerji ile Ekonomik Büyümenin Çevre Kalitesi Üzerindeki Rolü: Seçilmiş Ülkeler İçin LCC Hipotezinin Test Edilmesi. Kocatepe İslami İlimler Dergisi, 7(3), 106-131. https://doi.org/10.52637/kiid.1513288

Esenyel İçen, N. M. (2024). Türkiye'de Yük Kapasite Faktörünün Belirleyicileri Nelerdir? Genişletilmiş ARDL Yaklaşımı. Ekonomik Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 20(2), 299-312.

Eygü, H. (2025). Ekonomik Büyüme, Yenilenebilir Enerji, İşsizlik ve Finansal Gelişmişlik Değişkenlerinin Yük Kapasitesi Faktörü Üzerindeki Etkileri: Türkiye İçin Yapısal Eşitlik Modeli Analizi. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15(4), 1255-1277. https://doi.org/10.18074/ckuiibfd.1588092

Feng, Z., Durani, F., Anwar, A., Ahmad, P., Syed, Q. R., & Abbas, A. (2025). From brown to green: Are emerging countries moving in right direction? Testing the validity of LCC hypothesis. *Energy & Environment*, *36*(8), 3714-3736. https://doi.org/10.1002/gj.5043

Jin, X., Ahmed, Z., Pata, U. K., Kartal, M. T., & Erdogan, S. (2024). Do investments in green energy, energy efficiency, and nuclear energy R&D improve the load capacity factor? An augmented ARDL approach. *Geoscience frontiers*, *15*(4), 101646. https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101646

Pata, U. K. (2021). Do renewable energy and health expenditures improve load capacity factor in the USA and Japan? A new approach to environmental issues. *The european journal of health economics*, *22*(9), 1427-1439. https://doi.org/10.1007/s10198-021-01321-0

Pata, U. K., & Destek, M. A. (2023). A Sustainable Development Assessment for the Load Capacity Factor and Carbon Footprint in India: The Role of Information and Communication Technologies, Renewable Energy, and Structural Changes. *The Journal of Environment & Development*, *32*(4), 392-412. https://doi.org/10.1177/10704965231205024

Pata, U. K., & Karlilar Pata, S. (2025). Biofuel research and development technologies: a Load Capacity Curve analysis for European sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *32*(7), 880–893. https://doi.org/10.1080/13504509.2025.2569509

Pata, U. K., & Samour, A. (2022). Do renewable and nuclear energy enhance environmental quality in France? A new EKC approach with the load capacity factor. *Progress in Nuclear Energy*, *149*, 104249. https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2022.104249

Pata, U. K., & Samour, A. (2023). Assessing the role of the insurance market and renewable energy in the load capacity factor of OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(16), 48604-48616. https://doi.org/10.1007/s11356-023-25747-6

Pata, U. K., Wang, Q., Kartal, M. T., & Sharif, A. (2024). The role of disaggregated renewable energy consumption on income and load capacity factor: a novel inclusive sustainable growth approach. *Geoscience Frontiers*, *15*(1), 101693. https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101693

Raihan, A., Rashid, M., Voumik, L. C., Akter, S., & Esquivias, M. A. (2023). The dynamic impacts of economic growth, financial globalization, fossil fuel, renewable energy, and urbanization on load capacity factor in Mexico. *Sustainability*, *15*(18), 13462. https://doi.org/10.3390/su151813462

Sun, Y., Usman, M., Radulescu, M., Pata, U. K., & Balsalobre-Lorente, D. (2024). New insights from the STIPART model on how environmental-related technologies, natural resources and the use of the renewable energy influence load capacity factor. *Gondwana Research*, *129*, 398-411. https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.05.018

Usman, O., Ozkan, O., Adeshola, I., & Eweade, B. S. (2025). Analysing the nexus between clean energy expansion, natural resource extraction, and load capacity factor in China: a step towards achieving COP27 targets. *Environment, Development and Sustainability*, *27*(6), 12583-12604. https://doi.org/10.1007/s10668-023-04399-z

Ülger, M., Atamer, M. A., & Uçar, M. (2025). Türkiye'de Ekonomik Büyüme, Kentleşme, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Yük Kapasitesi Faktörü İlişkisi. Kent Akademisi, 18(4), 2142-2158. https://doi.org/10.35674/kent.1536880

Wang, S., Zafar, M. W., Vasbieva, D. G., & Yurtkuran, S. (2024). Economic growth, nuclear energy, renewable energy, and environmental quality: Investigating the environmental Kuznets curve and load capacity curve hypothesis. Gondwana Research, 129, 490-504. https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.06.009

AKADEMİK VE İDARİ PERSONELİN ÖRGÜTSEL STRES, ÖRGÜTSEL ADALET VE İŞ TATMİNİ ALGILARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ: BİR PİLOT CALISMASI

Ercan DURSUN
Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
ORCID ID:0009 0009 3636 6855
Dr. Öğr. Üyesi Arzu EKİNCİ DEMİRELLİ
Batman University, Faculty of Economics Administrative Sciences, Department of Business Administration, Batman
ORCID ID: 0000-0001-9229-8198

ÖZET

Örgütsel stres, çalışan sağlığını ve kurumsal verimliliği doğrudan etkileyen kritik bir unsur olarak yönetim yazınında giderek artan ilgi görmektedir. Çalışanların adalet algıları ise iş tutumlarını ve davranışlarını şekillendiren temel bir etken olarak öne çıkmaktadır. Bu değişkenlerin iş tatmini üzerindeki etkileri örgütsel psikoloji literatüründe önemli olmakla birlikte, yükseköğretim kurumlarında akademisyen ve idari personeli birlikte ele alan karşılaştırmalı çalışmalar sınırlı kalmaktadır. Bu çalışma, üniversitede görev yapan akademisyen ve idari personel örnekleminde (n=184) örgütsel stres, adalet ve iş tatmini değişkenlerine yönelik kapsamlı bir araştırmanın ön aşaması niteliğinde tasarlanmış bir pilot uygulamadır. Çalışma iki temel amaca yöneliktir: ilki ilgili değişkenleri ölçmeye yönelik ölçeklerin psikometrik özelliklerini Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) ve güvenilirlik analizleri aracılığıyla test etmek; ikincisi ise çalışanların algılarını demografik değişkenler ile akademisyen-idari personel ayrımı temelinde karşılaştırmalı olarak incelemektir. Anket yöntemiyle elde edilen veriler SPSS ve AMOS yazılımları aracılığıyla analiz edilmiştir. DFA sonuçları ölçeklerin kabul edilebilir model uyum indeksleri sergilediğini; güvenilirlik analizleri ise yüksek iç tutarlılık katsayılarına sahip olduğunu göstermiştir. Demografik değişkenler açısından yapılan karşılaştırmalarda cinsiyet, yaş, medeni durum ve çalışma süresi gibi değişkenlerin ölçeklere ait algılar üzerinde farklılaştırıcı bir rol oynamadığı gözlemlenmiştir. Eğitim durumu ve akademisyen-idari personel karşılaştırmasında ise gruplar arasında anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Bu karşılaştırmalarda ikili gruplar için bağımsız örneklem t-testi, ikiden fazla grup içeren değişkenler için ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Elde edilen bulgular ve metodolojik deneyim, örneklem genişletilerek yürütülecek lisansüstü tez çalışması için sağlam bir altyapı sunmaktadır. Tez çalışmasında değişkenler arasındaki nedensellik ilişkileri Yapısal Eşitlik Modellemesi aracılığıyla test edilecektir.

Anahtar kelimeler: Örgütsel stres, örgütsel adalet, iş tatmini, bağımsız örneklem t testi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA)

COMPARATIVE ANALYSIS OF ACADEMIC AND ADMINISTRATIVE STAFF'S PERCEPTIONS OF ORGANIZATIONAL STRESS, ORGANIZATIONAL JUSTICE, AND JOB SATISFACTION: A PILOT STUDY

ABSTRACT

Organizational stress is receiving increasing attention in the management literature as a critical factor that directly affects employee well-being and organizational productivity. Employees' perceptions of justice stand out as a fundamental determinant that shapes their work attitudes and behaviors. Although the effects of these variables on job satisfaction occupy a central place in the organizational psychology literature, comparative studies that address both academic and administrative staff together in higher education institutions remain limited. This study is a pilot application designed as a preliminary phase of a comprehensive investigation into organizational stress, justice, and job satisfaction among academic and administrative staff (n=184) employed at the university. The study pursues two primary objectives: the first is to test the psychometric properties of the scales used to measure the relevant variables through Confirmatory Factor Analysis (CFA) and reliability analyses; the second is to examine employees' perceptions comparatively on the basis of demographic variables and the academic–administrative staff distinction. The data obtained were analyzed using SPSS and AMOS software. CFA results indicated that the scales displayed acceptable model fit indices, while reliability analyses demonstrated high internal consistency coefficients. Comparisons based on demographic variables revealed that variables such as gender, age, marital status, and tenure did not play a differentiating role in perceptions related to the scales. However, significant differences between groups were identified in comparisons based on educational background and the academic–administrative staff distinction. Independent samples t-tests were used for binary group comparisons, while one-way analysis of variance (ANOVA) was employed for variables with more than two groups. The findings obtained and the methodological experience gained offer a solid foundation for a master's thesis to be conducted with an expanded sample. In the thesis study, causal relationships among the variables will be tested through Structural Equation Modeling (SEM).

Keywords: Organizational stress, organizational justice, job satisfaction, independent samples t-test, one-way analysis of variance (ANOVA)

1. GİRİŞ

Günümüzün yoğun rekabet koşulları ve sürekli değişen iş süreçleri, işgörenleri ciddi bir örgütsel stres baskısı altına sokmaktadır (Altan, 2018; Tonbul & Aykanat, 2019). Örgütsel stres, iş ortamındaki talepler ile çalışanın yetenekleri, kaynakları veya ihtiyaçları arasındaki

uyumsuzluk sonucunda ortaya çıkan fiziksel ve psikolojik bir gerilim hali olarak tanımlanmaktadır (Altan, 2018; Tonbul & Aykanat, 2019). Bu stresörlerin başında gelen örgütsel adaletsizlik algısı, çalışanın sadece motivasyonunu düşürmekle kalmayıp, aynı zamanda sağlığını ve genel esenliğini tehdit eden kronik bir stres kaynağına dönüşebilmektedir (Kobanoğlu vd., 2025; Tonbul & Aykanat, 2019). Örgütsel adalet, çalışanların örgüt içindeki kazanımların dağıtımı, karar alma süreçleri ve kendilerine sergilenen kişiler arası muamele hakkındaki hakkaniyet algılarını ve inançlarını ifade etmektedir (Tülübaş, 2021; Uslu, 2024). Literatürde, adalet algısının yüksek olduğu ortamlarda çalışanların daha az gerginlik yaşadığı ve işine karşı daha olumlu duygusal tepkiler geliştirdiği, yani iş tatmininin yükseldiği saptanmıştır (Altıntaş, 2017; Lambert vd., 2007, akt. Altıntaş, 2017). Buna karşın, örgütsel adaletin eksikliği doğrudan bir stres kaynağı olarak çalışanlarda tükenmişlik yaratmakta ve iş tatminini düşürerek örgütsel verimliliği engellemektedir (Claponea & Ioarga, 2023, akt. Kobanoğlu vd., 2025; Tonbul & Aykanat, 2019). Bu bağlamda, örgütsel stres, adalet ve iş tatmini arasındaki ilişkinin incelenmesi hem çalışan refahının korunması hem de sürdürülebilir bir kurumsal başarı için stratejik bir gerekliliktir (Altan, 2018; Kobanoğlu vd., 2025).

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın amacı ve önemi

Bu araştırmanın amacı Batman Üniversitesi'nde görev yapan akademik ve idari personel arasındaki örgütsel adalet, örgütsel stres ve iş tatmini algılarının karşılaştırmalı bir şekilde incelenmesidir. Bu amaçla öncelikle ilgili değişkenleri ölçmeye yönelik ölçeklerin psikometrik özellikleri DFA ve güvenilirlik analizleri aracılığıyla test edilmiştir. Pilot çalışma niteliği taşıyan çalışmadan elde edilen bulgular ve metodolojik deneyimler, örneklem genişletilerek yürütülecek olan lisansüstü tez çalışması için sağlam bir altyapı sunmaktadır. Tez çalışmasında, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkileri, Yapısal Eşitlik Modellemesi ile test edilmesi faktörler arasındaki ilişkilerin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesine ve modelin geçerliliğinin daha güçlü bir biçimde değerlendirilmesine olanak tanıyacaktır.

2.2. Araştırmanın modeli ve hipotezleri

Bu araştırmada nicel araştırrma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli benimsenmiştir. Nicel araştırma deseni, verilerin sayısal verilerle toplandığı ve istatistiksel yöntemlerle analiz edildiği bir araştırma türüdür. İlişkisel tarama modeli ise, araştırmanın amacına uygun olarak, değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesini sağlayan bir modeldir. Bu modelde, belirli bir nedensel ilişki kurulmaz, ancak değişkenler arasındaki ilişkiler düzeyinde bir bağlantı araştırılır. Bu bağlamda araştırma sürecinde fark analizleri yapılacaktır. Bu analizler,

demografik değişkenlerin (örneğin, cinsiyet, yaş, eğitim durumu, görev pozisyonu) örgütsel stres**,** örgütsel adalet ve iş tatmini algıları üzerindeki farklılıkları ortaya koymayı amaçlamaktadır. Fark analizi kullanılarak, katılımcıların bu algılarının belirli gruplar arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği test edilecektir. Araştırmanın temel hipotezleri aşağıda sunulmaktadır:

H_1: Katılımcıların cinsiyet değişkeni açısından örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini algıları farklılık göstermektedir.

H_{1a}: Katılımcıların cinsiyet değişkeni açısından örgütsel stres algıları farklılık göstermektedir.

H_{1b}: Katılımcıların cinsiyet değişkeni açısından örgütsel adalet algıları farklılık göstermektedir.

H_{1c}: Katılımcıların cinsiyet değişkeni açısından iş tatmini algıları farklılık göstermektedir.

H_2: Katılımcıların medeni durum değişkeni açısından örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini algıları farklılık göstermektedir.

H_{2a}: Katılımcıların medeni durum değişkeni açısından örgütsel stres algıları farklılık göstermektedir.

H_{2b}: Katılımcıların medeni durum değişkeni açısından örgütsel adalet algıları farklılık göstermektedir.

H_{2c}: Katılımcıların medeni durum değişkeni açısından iş tatmini algıları farklılık göstermektedir.

H_3: Katılımcıların yaş değişkeni açısından örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini algıları farklılık göstermektedir.

H_{3a}: Katılımcıların yaş değişkeni açısından örgütsel stres algıları farklılık göstermektedir.

H_{3b}: Katılımcıların yaş değişkeni açısından örgütsel adalet algıları farklılık göstermektedir.

H_{3c}: Katılımcıların yaş değişkeni açısından iş tatmini algıları farklılık göstermektedir.

H_4: Katılımcıların eğitim durumu değişkeni açısından örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini algıları farklılık göstermektedir.

H_{4a}: Katılımcıların eğitim durumu değişkeni açısından örgütsel stres algıları farklılık göstermektedir.

H_{4b}: Katılımcıların eğitim durumu değişkeni açısından örgütsel adalet algıları farklılık göstermektedir.

H_{4c}: Katılımcıların eğitim durumu değişkeni açısından iş tatmini algıları farklılık göstermektedir.

H_5: Katılımcıların çalışma süresi değişkeni açısından örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini algıları farklılık göstermektedir.

H_{5a}: Katılımcıların çalışma süresi değişkeni açısından örgütsel stres algıları farklılık göstermektedir.

H_{5b}: Katılımcıların çalışma süresi değişkeni açısından örgütsel adalet algıları farklılık göstermektedir.

H_{5c}: Katılımcıların çalışma süresi değişkeni açısından iş tatmini algıları farklılık göstermektedir.

H_6: Akademik ve idari personelin örgütsel adalet algıları arasında anlamlı farklılık vardır.

H_7: Akademik ve idari personelin örgütsel stres düzeyleri arasında anlamlı farklılık vardır.

H_8: Akademik ve idari personelin iş tatmini düzeyleri arasında anlamlı farklılık vardır.

2.3. Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanının evrenini Batman Üniversitesinde görev yapan akademik ve idari personel oluşturmakdır. Pilot uygulama için olasılıklı olmayan örnekleme yöntemlerinden kolayda örnekleme yöntemi uygulanarak katılımcılara ulaşılmıştır. Online olarak oluşturulan anket formuna 184 kişi gönüllü olarak katılmıştır.

2.4. Araştırmanın veri toplama araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak anket kullanılmış olup, ankette katılımcıların demografik özelliklerini belirlemeye yönelik soruların yanı sıra üç farklı ölçek kullanılmıştır. Ölçeklere ilişkin detaylar şöyledir:

Örgütsel Adalet Ölçeği; Çalışanların örgütsel adalet algılarını belirlemek üzere Niehoff ve Moorman (1993) tarafından geliştirilen "Örgütsel Adalet Ölçeği" (Organizational Justice Scale) kullanılmıştır. Toplamda 20 maddeden oluşan bu ölçekte maddeler; etkileşim adaleti (ilk 9 madde), işlem adaleti (10-15. maddeler) ve dağıtım adaleti (16-20. maddeler) olmak üzere üç boyutu ölçmektedir. Ölçeğin Türkçeye çeviri ve uyarlaması Polat (2007) tarafından yapılmış olup, uyarlama çalışmasında ölçeğin genel iç tutarlılık katsayısı 0.96 olarak saptanmıştır.

Örgütsel Stres Ölçeği; Örgütsel stres düzeylerini ölçmek amacıyla Theorell ve arkadaşları (1988) tarafından geliştirilen ölçek tercih edilmiştir. Ölçeğin Türkçeye uyarlanması ve yeniden faktör analizi çalışması Yıldırım ve arkadaşları (2011) tarafından yapılmıştır. Orijinal formu 17 madde 3 boyut olan ölçek, uyarlama sürecindeki analizler sonucunda 14 maddelik bir yapıya kavuşmuştur. Ölçek; sosyal destek (6 madde), iş yükü (3 madde), beceri kullanımı (3 madde)

ve karar verme (2 madde) olmak üzere dört alt boyuttan oluşmaktadır. Toplam ölçeğin Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı 0.79 olarak belirlenmiştir.

İş Tatmini Ölçeği; Katılımcıların işlerinden duydukları memnuniyet düzeylerini ölçmek amacıyla Brayfield ve Rothe (1951) tarafından geliştirilen ve Judge ve arkadaşları (1998) tarafından düzenlenen 5 maddelik kısa form kullanılmıştır. Bu kısa formun Türkçeye uyarlanması ve psikometrik özelliklerinin incelenmesi Keser ve Öngen Bilir (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Tek faktörlü bir yapıya sahip olan ölçeğin Türkçe formunun Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı 0.85 olarak bulunmuştur. Beşli Likert tipinde hazırlanan ölçekte iki adet ters puanlanan madde yer almaktadır.

2.5. Veri analizi

Elde edilen verilere, öncelikle frekans analizi uygulanarak katılımcılara ve ölçeklere yönelik tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır. Tanımlayıcı istatistikler, katılımcıların demografik özellikleri ile ölçeklerin genel dağılımına dair temel bilgileri sunmuştur. Ölçeklerin geçerliliğini belirlemek ve veri ile uyumunu göstermek amacıyla Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yapılmıştır. DFA, ölçeklerin teorik yapılarının verilerle uyumunu test etmek için kullanılmış, faktör yapısının doğruluğu incelenmiştir. Demografik değişkenlerin**,** örgütsel stres**,** örgütsel adalet ve iş tatmini ölçeklerine yönelik algıları arasındaki farkların belirlenmesi amacıyla istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu analizlerde, iki grup arasındaki farkları test etmek için bağımsız örneklem t testi uygulanırken, çoklu grup karşılaştırmalarında ise tek yönlü ANOVA analizi kullanılmıştır. Tüm analizlerde SPSS (veri analizi ve t testi, ANOVA gibi parametrik testler için) ve AMOS (doğrulayıcı faktör analizi için) paket programları kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Katılımcılara ve Ölçeklere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Bu bölümde, katılımcıların demografik özellikleri ile örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini ölçeklerine ait tanımlayıcı istatistiklere detaylı olarak yer verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların demografik özelliklerine ait frekans analizi sonuçları

Değişken	**N: 184**	**Frekans**	**%**
Cinsiyet	Kadın	90	49
	Erkek	94	51
Yaş	18-24	18	9
	25-34	64	35
	35-44	71	39
	45-54	27	15
	55 ve üzeri	4	2
Medeni hal	Evli	104	57
	Bekar	80	44
Eğitim durumu	Lise	52	28
	Ön Lisans	36	20
	Lisans	38	21
	Yüksek lisans	21	11

	Doktora	37	20
Çalışma süresi	0-5 yıl	61	33
	6-10 yıl	53	29
	11-15 yıl	37	20
	16 yıl ve üzeri	33	18
Göreviniz	Akademik personel	68	37
	İdari personel	116	63

Tablo 1. incelendiğinde görüleceği üzere araştırmaya katılan 184 (%100) kamu personelinden 90'nı (%49) kadın ve 94'ü (%51) erkek personelden oluşmaktadır. Araştırmaya katılan personelden çoğunluğu yani 71 kişi (%39) 35-44 yaş arasındadır. Katılımcıların 104'ü (%57) evlidir. Katılımcılar eğitim durumu açısından incelendiğinde 58 kişi (%31) lisansüstü eğitim durumuna sahiptir. Araştırmaya katılan kamu personellerin 116'sı (%63) idari personel olarak çalışmaktadır. Araştırmaya katılan kamu personellerin çoğunun çalışma süresi 0-10 yıl arasındadır (%62).

Tablo 2. Ölçeklere ait betimleyici istatistikler

	Min-Maks	Medyan	$\bar{X}$	S.S.	Çarpıklık	Basıklık
Örgütsel Stres ölçeği	1-5	3,18	2,94	,91	-,485	-,934
İş yükü boyutu	1-5	3,00	2,86	,95	-,365	-,694
Kontrol boyutu	1-5	3,08	2,94	,97	-,383	-,892
Sosyal destek boyutu	1-5	3,17	3,00	1,12	-,345	-,980
Örgütsel Adalet ölçeği	1-5	2,85	2,86	1,02	,053	-,891
Etkileşim Adaleti	1-5	2,78	2,82	1,05	,117	-,936
İşlem Adaleti	1-5	3,00	2,93	1,07	-,052	-,967
Dağıtım Adaleti	1-5	2,80	2,85	1,09	,095	-,893
İş tatmini	1-5	3,00	3,08	,47	,167	,103

Örgütsel stres ölçeğinin ortalaması ($\bar{X}$=2,94) olarak hesaplanmış olup, katılımcıların orta düzeye yakın bir stres algısına sahip olduğu söylenebilir. Alt boyutlar açısından değerlendirildiğinde, iş yükü ($\bar{X}$=2,86), kontrol ($\bar{X}$=2,94) ve sosyal destek ($\bar{X}$=3,00) boyutlarının da benzer şekilde orta düzeyde algılandığı görülmektedir. Örgütsel adalet ölçeği ortalaması ($\bar{X}$=2,86) incelendiğinde, çalışanların örgütsel adalet algılarının orta düzeyin biraz altında olduğu dikkat çekmektedir. Alt boyutlar olan etkileşim adaleti ($\bar{X}$=2,82), işlem adaleti ($\bar{X}$=2,93) ve dağıtım adaleti ($\bar{X}$=2,85) değerleri de bu durumu destekler niteliktedir. İş tatmini ortalaması ($\bar{X}$=3,08) ise diğer değişkenlere kıyasla daha yüksek olup, çalışanların iş tatmin düzeylerinin orta düzeyin üzerinde olduğu söylenebilir.

Dağılımın normalliğine ilişkin göstergeler incelendiğinde, tüm değişkenler için çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerlerinin ±1 sınırları içinde olduğu görülmektedir. Bu durum, verilerin normal dağılıma yakın olduğunu göstermektedir. Literatürde çarpıklık ve

basıklık değerlerinin ±1 aralığında olmasının normal dağılım için kabul edilebilir olduğu ifade edilmektedir (Tabachnick & Fidell, 2013).

3.2. Ölçeklere ait doğrulayıcı faktör analizi sonuçları

Çalışmada kullanılan örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini ölçeklerinin yapı geçerliliğini test etmek amacı ile doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır (DFA). Örgütsel stres ölçeğinde yer alan maddelere ait DFA sonucunda elde edilen standardize edilmiş faktör yükleri incelendiğinde, faktör yüklerinin 0,501 ile 0,873 arasında değiştiği görülmektedir. Örgütsel adalet ölçeğine ait DFA sonucunda elde edilen standardize edilmiş faktör yükleri incelendiğinde, 0,744 ile 0,914 arasında değiştiği görülmektedir. İş tatmini ölçeği için uygulanan DFA sonucunda ise modelde yer alan gözlenen değişkenlerin (maddeler) gizil değişken iştatmini ile arasındaki standart faktör yükleri incelendiğinde, katsayıların 0,49 ile 0,91 arasında sıralandığı görülmektedir. Faktör yüklerinin 0,40 eşik değerinin üzerinde olması, maddelerin ilgili boyutları temsil ettiğine işaret etmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013).

Tablo 3. Ölçeklere ait DFA sonuçları

	x^2/df	RMSEA	CFI	IFI	GFI	NFI
Örgütsel Stres	1,884	0,069	0,952	0,953	0,902	0,905
Örgütsel adalet	2,105	0,078	0,962	0,962	0,856	0,931
İş tatmini	1,306	0,041	0,998	0,998	0,992	0,994
Referans Değerleri	<3	<0,08	≥ 0,95	≥ 0,95	≥ 0,90	≥ 0,90

Tablo 3.'de yer alan model uyum indeksleri incelendiğinde örgütsel stress ölçeğinin χ^2/df değerinin 1,884 olduğu ve bu değerin iyi uyum ölçütünü karşıladığı görülmektedir. RMSEA değeri 0,069 olarak hesaplanmış olup kabul edilebilir uyum aralığında yer almaktadır. CFI (0,952), IFI (0,953), GFI (0,902) ve NFI (0,905) değerlerinin tamamı kabul edilebilir uyum sınırları içinde kalmaktadır. Örgütsel adalet ölçeğinin χ^2/df değerinin 2,105 olduğu ve bu değerin $2 < \chi^2/df \leq 3$ kabul edilebilir uyum aralığında yer aldığı görülmektedir. CFI (0,962) ve IFI (0,962) değerleri 0,95 iyi uyum ölçütünü karşılarken NFI (0,931) iyi uyum sınırları içinde yer almaktadır. RMSEA değeri 0,078; bu değer kabul edilebilir uyum aralığındadır. GFI değerinin (0,856) kabul edilebilir sınırın altında seyretmesi, bu indeksin örneklem büyüklüğüne ve model karmaşıklığına duyarlı bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmakta olup benzer sonuçların alanyazında sıkça raporlandığı görülmektedir (Schermelleh-Engel vd., 2003). Örgütsel stres ölçeeğinin χ^2/df değerinin 1,306 olduğu ve bu değerin $0 < \chi^2/df \leq 2$ kabul

edilebilir uyum aralığında yer aldığı görülmektedir. CFI (0,998), IFI (0,998), GFI (0,992) ve NFI (0,994) değerleri 0,95 iyi uyum sınırları içinde yer almaktadır. RMSEA değeri 0,041 elde edilmiştir. Bu değer 0 < RMSEA ≤ 0,05 iyi uyum aralığında yer almaktadır. Bu bulgular, üç ölçeğinde veri ile kabul edilebilir düzeyde uyum sağladığını ortaya koymaktadır (Hu & Bentler, 1999; Schermelleh-Engel vd., 2003).

3.3. Ölçeklere ait güvenilirlik analizi sonuçları

Ölçeklerin güvenilirlik düzeylerini belirlemek için Cronbach Alpha katsayısı hesaplanmıştır. Cronbach Alpha, bir ölçeğin iç tutarlılığını belirlemek için kullanılır (Büyüköztürk, 2017).

Tablo 4. Ölçeklere ve alt boyutlarına ait güvenilirlik analizi sonuçları

	Cronbach Alfa	Madde Sayısı
Örgütsel Stres Ölçeği	0,928	16
İş yükü	0,813	4
Kontrol	0,830	6
Sosyal destek	0,906	6
Örgütsel Adalet ölçeği	0,979	20
Etkileşim adaleti	0,954	9
İşlem adaleti	0,859	6
Dağıtım adaleti	0,947	5
İş Tatmini	0,889	5

Örgütsel stres ölçeğinin Cronbach Alfa katsayısı 0,928 olarak bulunmuş olup, bu değer ölçeğin oldukça yüksek düzeyde iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir. Alt boyutlar incelendiğinde; iş yükü (α=0,813), kontrol (α=0,830) ve sosyal destek (α=0,906) boyutlarının da yüksek düzeyde güvenilir olduğu görülmektedir.

Örgütsel adalet ölçeğinin Cronbach Alfa katsayısı 0,979 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, ölçeğin çok yüksek düzeyde iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir. Alt boyutlara ilişkin değerler de etkileşim adaleti (α=0,954), işlem adaleti (α=0,859) ve dağıtım adaleti (α=0,947) şeklinde olup, tüm alt boyutların yüksek güvenilirlik düzeyine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

İş tatmini ölçeğinin Cronbach Alfa katsayısı ise 0,889 olarak bulunmuş olup, bu değer ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, tüm ölçek ve alt boyutlara ait Cronbach Alfa katsayılarının 0,80'in üzerinde olduğu ve dolayısıyla yüksek düzeyde iç tutarlılık sergilediği söylenebilir (Hair vd, 2019).

3.4. Ölçeklere ait farklılık analizi sonuçları

Bu bölümde, katılımcıların demografik özelliklerinin örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini ölçek toplam puanları ile farklılaşıp farklılaşmadığı detaylı olarak incelenmiştir.

3.4.1. Katılımcıların cinsiyet değişkenine göre örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini puanlarının karşılaştırılması

Katılımcıların Örgütsel Stres, Örgütsel Adalet ve İş tatmini Ölçek toplam puanlarının cinsiyete göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Yapılan analiz sonuçları Tablo 5'de sunulmaktadır.

Tablo 5. Cinsiyet değişkenine göre ölçek puanlarının t-testi analiz sonuçları

	Cinsiyet	n	X̄	S.S.	t	df	p
Örgütsel Stres Ölçeği	Kadın	90	3,01	0,95	0,960	182	,338
	Erkek	94	2,88	0,87			
Örgütsel Adalet Ölçeği	Kadın	94	2,86	1,04	0,068	182	,946
	Erkek	90	2,85	1,00			
İş Tatmini Ölçeği	Kadın	94	3,08	0,44	-0,136	182	,892
	Erkek	90	3,09	0,50			

Örgütsel stres ölçeğine göre kadınların (X̄=3,01, S.S.=0,95) ve erkeklerin (X̄=2,88, S.S.=0,87) puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (t =0,960, *p*>,05). Örgütsel adalet ölçeğine göre kadınların (X̄ = 2,86, S.S. = 1,04) ve erkeklerin (X̄=2,85, S.S.=1,00) puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (t =0,068, *p*>,05).İş tatmini ölçeğine göre kadınların (X̄ = 3,08, S.S. = 0,44) ve erkeklerin (X̄=3,09, S.S.=0,50) puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (t =-0,136, *p*>,05). Sonuç olarak katılımcıların örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmin durumlarının cinsiyete göre farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Bu durumda H_{1a}, H_{1b} ve H_{1c} hipotezleri reddedilmiştir.

3.4.2. Katılımcıların medeni durum değişkenine göre örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini puanlarının karşılaştırılması

Örgütsel Stres, Örgütsel Adalet ve İş tatmini Ölçek toplam puanlarının katılımcıların medeni durumuna göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği bu bölümde incelenmiştir.

Tablo 6. Medeni durum değişkenine göre ölçek puanlarının t-testi analiz sonuçları

	Medeni durum	n	X̄	S.S.	t	df	p
Örgütsel stres ölçeği	Evli	104	3,00	0,88	-1,001	182	,32
	Bekar	80	2,87	0,96			
Örgütsel adalet Ölçeği	Evli	104	2,79	0,97	-1,096	182	,28
	Bekar	80	2,95	1,08			
İş tatmini	Evli	104	3,08	0,49	0,011	182	,99
	Bekar	80	3,08	0,45			

Örgütsel stres ölçeğine göre evlilerin (X̄ = 3,00, S.S. = 0,88) ve bekarların (X̄=2,87, S.S.= 0,96) puanları arasında anlamlı bir fark yoktur (t =-1,001, *p*>,05). Örgütsel adalet ölçeğine göre evlilerin (X̄ =2,79, S.S.= 0,97) ve bekarların (X̄ =2,95, S.S.=1,08) puanları arasında anlamlı bir

fark yoktur (t =-1,096, *p*>,05). İş tatmini ölçeğine göre evlilerin ($\bar{X}$=3,08, S.S.=0,49) ve bekarların ($\bar{X}$=3,08, S.S.=0,45) puanları arasında anlamlı bir fark yoktur (t=0,011, *p*>,05). Sonuç olarak katılımcıların örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmin durumlarının medeni duruma göre farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Bu durumda H_{2a}, H_{2b} ve H_{2c} hipotezleri reddedilmiştir.

3.4.3. Katılımcıların yaş değişkenine göre örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini puanlarının karşılaştırılması

Örgütsel Stres, Örgütsel Adalet ve İş tatmini Ölçek toplam puanlarının katılımcıların yaş durumuna göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği tek yönlü varyans analizi Anova ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçları Tablo 7'de sunulmaktadır.

Tablo 7. Yaş değişkenine göre ölçek puanlarının ANOVA analizi sonuçları

	Yaş	n	$\bar{X}$	S.S.	F	p
Örgütsel Stres Ölçeği	18-24 (I)	18	3,02	0,75	1,130	,344
	25-34 (II)	64	2,75	1,04		
	35-44 (III)	71	3,02	0,88		
	45-54 (IV)	27	3,07	0,76		
	55 ve üzeri (V)	4	3,34	0,47		
	Toplam	184	2,94	0,91		
Örgütsel Adalet Ölçeği	18-24 (I)	18	3,29	0,92	1,307	,269
	25-34 (II)	64	2,92	1,09		
	35-44 (III)	71	2,77	0,97		
	45-54 (IV)	27	1,65	0,96		
	55 ve üzeri (V)	4	2,99	1,38		
	Toplam	184	2,85	1,02		
İş Tatmini	18-24 (I)	18	3,04	0,23	0,898	,466
	25-34 (II)	64	3,05	0,50		
	35-44 (III)	71	3,09	0,46		
	45-54 (IV)	27	3,06	0,55		
	55 ve üzeri (V)	4	3,50	0,53		
	Toplam	184	3,08	0,47		

Tablo 7'de One Way Anova testine ait veriler incelendiğinde katılımcıların yaşlarına göre örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini düzeyleri anlamlı farklılaşmamaktadır (*F*=1,130, *p*>,05; *F*=1,307, *p*>,05; *F*=0,898, *p*>,05). Bu durumda $H_{3a,}$ H_{3b} ve H_{3c} hipotezleri reddedilmiştir.

3.4.4. Katılımcıların eğitim durum değişkenine göre örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini puanlarının karşılaştırılması

Örgütsel Stres, Örgütsel Adalet ve İş tatmini Ölçek toplam puanlarının katılımcıların eğitim durumuna göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği tek yönlü varyans analizi Anova ile incelenmiştir. Yapılan karşılaştırma sonuçları Tablo 8'de sunulmaktadır.

Tablo 8. Eğitim durumu değişkenine göre ölçek puanlarının ANOVA analizi sonuçları

	Eğitim durumu	n	X̄	S.S.	F	p	Fark
Örgütsel Stres Ölçeği	Lise (I)	52	2,51	1,01	5,036	,001	
	Ön lisans (II)	36	3,03	0,89			
	Lisans (III)	38	3,04	0,88			
	Yüksek lisans (IV)	21	3,07	0,95			
	Doktora (V)	37	3,30	0,55			V>I
	Toplam	184	2,94	0,91			
Örgütsel Adalet Ölçeği	Lise (I)	52	2,86	1,09	0,921	,453	
	Ön lisans (II)	36	2,87	1,09			
	Lisans (III)	38	3,09	0,93			
	Yüksek lisans (IV)	21	2,82	1,03			
	Doktora (V)	37	2,64	0,89			
	Toplam	184	2,86	1,02			
İş Tatmini	Lise (I)	52	2,94	0,36	4,006	,004	
	Ön lisans (II)	36	3,08	0,36			
	Lisans (III)	38	3,08	0,49			
	Yüksek lisans (IV)	21	3,00	0,41			
	Doktora (V)	37	3,32	0,62			V>I
	Toplam	184	3,08	0,47			

Analiz sonucuna göre örgütsel stres açısından eğitim durumu arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (F=5,036; p<0,05). Farkın belirlenmesi amacıyla yapılan post-hoc analizi sonucunda, doktora mezunlarının ($\bar{X}$ = 3,30) lise mesunlarına göre ($\bar{X}$ = 2,51) kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek düzeyde stres yaşadıklarını ortaya çıkmıştır. Bu bulgu, eğitim düzeyi yükseldikçe üstlenilen rol ve sorumlulukların artması bağlı olarak örgütsel stresin yükseldiği şeklinde yorumlanabilir. Örgütsel adalet açısından ise eğitim durumuna göre değişmekte olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (F=0,921; p>0,05). Bu sonuç, kişilerin adalet algılarının eğitim düzeylerinin bağımsız olarak benzer biçimde şekillendiğine işaret etmektedir. İş tatmini algısı açısından eğitim durumları arasında anlamlı bir farklılık saptanmıştır (F=4,036; p<0,05). Post-hoc analizlerin uygulandığı doktora mezunlarının ($\bar{X}$ = 3,32), lise mezunlarına ($\bar{X}$ = 2,94) göre anlamlı düzeyde daha yüksek iş tatmini içerisinde oldukları görülmüştür. Bu durum, eğitim düzeyi yükseldikçe iş tatminin arttığı şeklinde yorumlanabilir. Bu durumda $H_{4a,}$ H_{4c} hipotezleri kabul edilirken H_{4b} hipotezi reddedilmiştir.

3.4.5. Katılımcıların çalışma süresi değişkenine göre örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini puanlarının karşılaştırılması

Örgütsel Stres, Örgütsel Adalet ve İş tatmini Ölçek toplam puanlarının katılımcıların çalışma süresi durumuna göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile incelenmiştir.

Tablo 9. Çalışma süresi değişkenine göre ölçek puanlarının ANOVA analizi sonuçları

	Çalışma süresi	n	X̄	S.S.	F	p
Örgütsel Stres Ölçeği	0-5 yıl	61	2,88	,98	2,248	,084
	6-10 yıl	53	2,79	,99		
	11-15 yıl	37	2,96	,83		
	16 yıl ve üzeri	33	3,29	,63		
	Toplam	184	2,94	,91		
Örgütsel Adalet Ölçeği	0-5 yıl	61	3,14	1,08	2,665	,049
	6-10 yıl	53	2,69	,99		
	11-15 yıl	37	2,86	,95		
	16 yıl ve üzeri	33	2,61	,94		
	Toplam	184	2,86	1,01		
İş Tatmini	0-5 yıl	61	3,02	0,49	1,690	,171
	6-10 yıl	53	3,01	0,43		
	11-15 yıl	37	3,20	0,49		
	16 yıl ve üzeri	33	3,14	0,43		
	Toplam	184	3,08	0,47		

Elde edilen sonuçlara göre, örgütsel stres değişkeni açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (F=2,248; p>0,05). Bu bulgu, çalışma süresi bakımından grupların örgütsel stres düzeylerinin birbirine benzer olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, örgütsel adalet değişkeni açısından genel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (F=2,665; p<0,05). Ancak bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çoklu karşılaştırma testleri (Tukey ve Bonferroni) sonucunda, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ikili fark bulunmamıştır (p>0,05). Bu durum, ANOVA sonucunda elde edilen anlamlı farkın, gruplar arasındaki farkların dağılımından kaynaklanabileceğini ancak bu farkın belirli iki grup arasında açık ve güçlü bir biçimde ortaya konulamadığını göstermektedir. İş tatmini algısı açısından çalışma süresi durumları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (F=1,690; p>0,05). Bu durumda $H_{5a,}$ H_{5b} ve H_{5c} hipotezleri reddedilmiştir.

3.4.6. Katılımcıların görev durumu değişkenine göre örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini puanlarının karşılaştırılması

Örgütsel Stres, Örgütsel Adalet ve İş tatmini Ölçek toplam puanlarının katılımcıların görev durumuna göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği bu bölümde incelenmiştir

Tablo 10. Görev durumu değişkenine göre ölçek puanlarının t-testi analiz sonuçları

	Görev	n	X̄	S.S.	t	df	p
Örgütsel Stres Ölçeği	Akademisyen	68	3,32	0,72	4,840	182	,000
	İdari personel	116	2,72	0,94			
Örgütsel Adalet Ölçeği	Akademisyen	68	2,72	1,03	-1,370	182	,172
	İdari personel	116	2,94	1,00			
İş Tatmini Ölçeği	Akademisyen	68	3,27	0,53	4,107	182	,000
	İdari personel	116	2,97	0,39			

Elde edilen bulgulara göre, örgütsel stres düzeylerinin akademisyenler ($\bar{X}$=3,32) ile idari personel ($\bar{X}$=2,72) arasında anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (t=4,840; p<0,05). Bu bulgu, akademik personelin örgütsel stres algısının idari personele göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Örgütsel adalet algısı açısından ise akademisyenler ($\bar{X}$=2,72) ve idari personel ($\bar{X}$=2,94) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (t=-1,370; p>0,05). Bu durum, her iki grubun örgütsel adalet algılarının benzer düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır. İş tatmini düzeyleri incelendiğinde, akademisyenler ($\bar{X}$=3,27) ile idari personel ($\bar{X}$=2,97) arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir (t=4,107; p<0,05). Buna göre akademik personelin iş tatmin düzeyinin idari personele kıyasla daha yüksek olduğu söylenebilir. Genel olarak değerlendirildiğinde, akademik personelin daha yüksek stres düzeyine sahip olmasına rağmen iş tatminlerinin de daha yüksek olduğu; buna karşın örgütsel adalet algısının her iki grup için benzer düzeyde olduğu görülmektedir. Bu bulgular, akademik ve idari personelin çalışma koşulları ve iş tanımları arasındaki farklılıkların, özellikle stres ve iş tatmini üzerinde belirleyici olabileceğine işaret etmektedir. Bu durumda H_6 ve H_8 hipotezleri kabul edilirken H_7 hipotezi reddedilmiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırmada örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini düzeylerinin demografik değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Cinsiyet değişkenine göre yapılan analizlerde kadın ve erkek çalışanlar arasında örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Üniversite çalışanları üzerinde yapılan başka bir çalışmada cinsiyet değişkenine göre örgütsel adalet algısı anlamlı farklılaşırken, çalışanların iş tatmini ile anlamlı bir farklılık bulunmadığı rapor edilmiştir (Erbir, 2020). Medeni durum değişkenine ilişkin bulgular da evli ve bekar çalışanlar arasında örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini açısından anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir ($p > 0.05$). Yaş değişkenine göre yapılan analizlerde de örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p >0.05$). Bu bulgu, farklı yaş gruplarındaki çalışanların örgütsel algılarının benzer düzeyde olabileceğini göstermektedir. Türkiye'de yapılan bir çalışmada yaş değişkeni ile örgütsel adalet değişkeni arasında anlamlı bir farklılık gözlenmezken yaş değişkeninin iş tatmini üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturduğu belirtilmiştir (Tapşın vd, 2024). Buna karşılık Çökük (2018) yaptığı bir araştırmada örgütsel stresin cinsiyet ve yaş değişkenlerine göre farklılaşmadığını belirtmiştir. Eğitim durumu değişkenine göre yapılan analizlerde ise anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Örgütsel stres düzeyinin eğitim düzeyine göre farklılaşması ($p < 0.05$) ve doktora mezunlarının daha yüksek

stres algısına sahip olması, eğitim düzeyi arttıkça iş yükü ve rol beklentilerinin artması şeklinde açıklanabilmektedir. Literatürde, çalışanların eğitim durumuna göre örgütsel stres düzeylerinin karar verme boyutuna göre farklılaştığı raporlanmıştır (Kılıç ve Sakallı, 2013). Örgütsel adalet açısından ise eğitim düzeyine göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Bu durum, örgütsel adalet algısının bireysel özelliklerin yanında örgütsel uygulamalar ve yönetim süreçleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Nitekim örgütsel adaletin ve sonuçlarından biri olan iş tatmininin örgütlerin iletişim tarzı, yönetim tarzı, karar süreçleri ve ücret, terfi gibi örgütsel uygulamalarla şekillendiği ifade edilmektedir (Bal Akkoç & Düşükcan, 2021). İş tatmini açısından eğitim düzeyine göre anlamlı farklılık bulunması ($p<0.05$) ve doktora mezunlarının daha yüksek iş tatmini düzeyine sahip olması, mesleki özerklik ve kendini gerçekleştirme olanakları ile açıklanabilir.

Araştırma bulguları, çalışma süresinin örgütsel stres, örgütsel adalet ve iş tatmini üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Örgütsel stres açısından anlamlı bir farklılık bulunmaması, stresin daha çok iş talepleri, rol çatışması ve örgütsel koşullar gibi faktörlerden kaynaklandığını ortaya koyan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Karasek, 1979; Bakker & Demerouti, 2007). Bu durum, kıdemin tek başına stres düzeyini açıklamada yeterli olmadığını göstermektedir. Örgütsel adalet değişkeninde genel düzeyde anlamlı fark bulunmasına rağmen post-hoc analizlerde bu farkın belirli gruplar arasında ortaya çıkmaması, farkın düşük etki büyüklüğüne sahip olabileceğine işaret etmektedir (Field, 2013). Nitekim öğretmenlerin örgütsel adalet algısını, kıdem sürelerini dikkate alarak inceleyen bir araştırmada değişkenler arasında anlamlı farklılık gözlendiği raporlanmıştır (Balcı, 2024). Görev durumununa göre elde edilen bulgular, akademik personelin idari personele kıyasla daha yüksek örgütsel stres düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, akademisyenlerin araştırma, yayın baskısı, performans beklentileri ve rol çatışmaları gibi çoklu iş taleplerine maruz kalmasıyla açıklanabilir (Winefield et al., 2003; Gillespie et al., 2001). Literatürde, yüksek iş taleplerinin çalışanların stres düzeyini artırdığı uzun süredir ortaya konulmaktadır (Karasek, 1979; Bakker & Demerouti, 2007). Buna karşın, akademisyenlerin iş tatmin düzeylerinin görece yüksek olmasının; işin özerklik içermesi, akademik özgürlük ve anlamlı iş yapma algısı gibi faktörlerle ilişkili olduğu belirtilmektedir (Hackman & Oldham, 1976; Spector, 1997). Örgütsel adalet algısı açısından ise iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmaması, örgütsel uygulamaların çalışan grupları tarafından benzer şekilde algılandığını göstermektedir (Greenberg, 1990; Colquitt, 2001).

4. ÖNERİLER

Araştırma bulgularına dayanarak hem alana hem de uygulayıcılara yönelik öneriler geliştirilebilir: Yükseköğretim kurumlarında örgütsel adalet algısını güçlendirmek amacıyla şeffaf, katılımcı ve hesap verebilir yönetim anlayışı benimsenebilir. Akademik ve idari personel arasındaki algı farklılıklarını azaltmak için eşitlikçi uygulamalar geliştirilmeli ve kurum içi iletişim mekanizmaları güçlendirilebilir. Örgütsel stresin azaltılmasına yönelik olarak iş yükü dengelenmeli, rol tanımları netleştirilmeli ve çalışanlara yönelik psikososyal destek programları uygulanabilir. İş tatminini artırmak için kariyer gelişimi olanakları, ödüllendirme sistemleri ve motivasyon artırıcı uygulamalar yaygınlaştırılabilir. Eğitim durumu ve görev türüne göre farklılaşan algılar dikkate alınarak insan kaynakları politikaları daha esnek ve kapsayıcı hale getirilebilir. Gelecek araştırmalarda daha geniş örneklemlerle çalışılarak ve Yapısal Eşitlik Modellemesi gibi ileri analiz teknikleri kullanılarak değişkenler arasındaki nedensel ilişkiler daha derinlemesine incelenebilir.

KAYNAKLAR

Altan, S. (2018). Örgütsel yapıya bağlı stres kaynakları ve örgütsel stresin neden olduğu başlıca sorunlar. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *2*(3), 137-159.

Altıntaş, F. Ç. (2017). Örgütsel adalet ile iş tatmini arasındaki ilişki üzerine bir meta-analiz çalışması. *International Journal of Academic Value Studies*, *3*(9), 332-343.

Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2007). The Job Demands–Resources model: State of the art. *Journal of Managerial Psychology*, *22*(3), 309–328. https://doi.org/10.1108/02683940710733115

Bal Akkoç, S., & Düşükcan, M. (2021). Örgütsel adaletin iş tatmini üzerine etkisi: Öğretmenler üzerine bir araştırma. *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi*, 12(23), 103–124.

Balcı, İ. (2024). Mesleki eğitim kurumlarında görevli öğretmenlerin örgütsel adalet ve örgütsel bağlılık seviyelerinin incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *8*(13), 1-15.

Büyüköztürk, Ş. (2017). *Veri analizi el kitabı: İstatistiksel analizler SPSS uygulamaları ve yorumlar* (20. baskı). Pegem Akademi.

Colquitt, J. A. (2001). On the dimensionality of organizational justice: A construct validation of a measure. *Journal of Applied Psychology, 86*(3), 386–400. https://doi.org/10.1037/0021-9010.86.3.386

Çökük, B. (2018). Örgütsel stres düzeyinin ölçümü ve demografik değişkenlerle ilişkisi: bir kamu organizasyonu örneği. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, *9*(2), 59-83.

Erbir, M. (2020). Üniversite çalışanlarının örgütsel adalet algısı ve iş tatmini düzeylerinin demografik özelliklere göre farklılaşması. *Türkiye Mesleki ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 2, 26–40.

Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). Sage Publications.

Gillespie, N. A., Walsh, M., Winefield, A. H., Dua, J., & Stough, C. (2001). Occupational stress in universities: Staff perceptions of stress in Australian universities. *Higher Education Research & Development*, *20*(1), 53–69. https://doi.org/10.1080/07924360120043649

Greenberg, J. (1990). Organizational justice: Yesterday, today, and tomorrow. *Journal of Management, 16*(2), 399–432. https://doi.org/10.1177/014920639001600208

Hackman, J. R., & Oldham, G. R. (1976). Motivation through the design of work: Test of a theory. *Organizational Behavior and Human Performance, 16*(2), 250–279. https://doi.org/10.1016/0030-5073(76)90016-7 Hair, JF, Black, WC, Babin, BJ ve Anderson, RE (2019). *Çok değişkenli veri analizi* (8. baskı). Cengage Learning.

Hu, L.-T., & Bentler, PM (1999). Kovaryans yapısı analizinde uyum indeksleri için kesme kriterleri: Geleneksel kriterler ve yeni alternatifler. *Yapısal Denklem Modellemesi: Çok Disiplinli Bir Dergi* , *6* (1), 1–55. https://doi.org/10.1080/10705519909540118
Karasek, R. A. (1979). Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign. *Administrative Science Quarterly*, *24*(2), 285–308. https://doi.org/10.2307/2392498
Keser, A., & Bilir, K. B. Ö. (2019). İş tatmini ölçeğinin türkçe güvenilirlik ve geçerlilik çalişmasi. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *3*(3), 229-239.
Kılıç, R., ve Özafşarlıoğlu Sakallı, S. (2013). Örgütlerde stres kaynaklarının çalışanların iş-aile çatışması üzerine etkisi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *6*(3), 208-237.
Kobanoğlu, M. S., Bayram, A. ve Bekiş, T. (2025). İşlem adaletsizliğinin mesleki tükenmişlik üzerine etkisi: Örgütsel sessizliğin aracı rolü. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, *20*(2), 733-753.
Polat, S. (2007). Ortaöğretim Öğretmenlerinin Örgütsel Adalet Algıları, Örgütsel Güven Düzeyleri ile Örgütsel Vatandaşlık Davranışları Arasındaki İlişki. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Kocaeli Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.
Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Yapısal denklem modellerinin uyumunun değerlendirilmesi: Anlamlılık testleri ve tanımlayıcı uyum iyiliği ölçütleri. *Psikolojik Araştırma Yöntemleri Çevrimiçi*, *8* (2), 23–74.
Spector, P. E. (1997). *Job satisfaction: Application, assessment, causes, and consequences*. Sage Publications.
Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Pearson.
Tapşın, F. O., Ermiş, S. A., & Kıvanç, Y. (2024). Gençlik ve Spor İl Müdürlüğünde çalışanların iş tatmin düzeyleri ve örgütsel adalet algılarının değerlendirilmesi. *Mediterranean Journal of Sport Science*, *7*(1), 55-69.
Tonbul, İ., ve Aykanat, Z. (2019). Örgütsel stresin çalışan performansına etkisi: Yerel yönetimlerde bir uygulama. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, *21*(37), 1-20.
Tülübaş, T. (2021). Öncel ve çıktılarıyla akademisyenlerde örgütsel adalet algısı: Türkiye'de yapılmış çalışmaların sistematik analizi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, *4*(1), 43-61.
Uslu, A. (2024). *The impact of organisational justice on work performance*. International Congress on Digital Business, Management & Economics.
Winefield, A. H., Gillespie, N., Stough, C., Dua, J., & Hapuararchchi, J. (2003). Occupational stress in Australian university staff: Results from a national survey. *International Journal of Stress Management*, *10*(1), 51–63. https://doi.org/10.1037/1072-5245.10.1.51
Yıldırım, Y., Taşmektepligil, M. Y., & Üzüm, H. (2011). Kısa versiyon Örgütsel Stres Ölçeğinin Türkçeye uyarlanması (geçerlilik ve güvenirlik çalışması). *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*.

KURUM İÇİ İLETİŞİMİN ÖRGÜTSEL BAĞLILIĞA ETKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA (KIRŞEHİR ÇALIŞMA VE İŞ KURUMU İL MÜDÜRLÜĞÜ(İŞKUR) KIRŞEHİR ÖRNEĞİ

Doç. Dr. Ertuğrul GÜREŞÇİ
Kırşehir Ahi Evran University, Institute of Social Science, Department of Business Administration, 40100 Merkez, Kırşehir
ORCID:0000-0002-0977-7233
Handan MUTLU
Kırşehir Ahi Evran University, Institute of Social Science, Department of Business Administration, 40100 Merkez, Kırşehir
ORCID: 0009-0009-2880-4311

ÖZET

Bu çalışma, kurum içi iletişimin çalışanların örgütsel bağlılıkları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamakta olup, Kırşehir Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğü özelinde yürütülen ilk araştırma olma niteliği taşımaktadır. Günümüzün hızla değişen ve rekabetçi iş dünyasında, çalışanların organizasyonlarına olan bağlılıklarının zayıfladığı görülmektedir. Bu bağlamda, kurum içi iletişimin niteliği, çalışanların kuruma duyduğu aidiyet duygusunu şekillendiren temel etkenlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Araştırma, kurum içi iletişim ile örgütsel bağlılık arasındaki ilişkinin varlığını ve düzeyini ortaya koymayı hedeflemiştir. Çalışma, nicel araştırma yöntemi ile yürütülmüş ve kesitsel desen benimsenmiştir. Araştırmanın evrenini Kırşehir Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğü personeli oluştururken, örneklem 19–65 yaş aralığında yer alan 40 gönüllü katılımcıdan oluşmuştur. Veriler, yüz yüze görüşme yöntemiyle toplanan yapılandırılmış anketler aracılığıyla elde edilmiştir. Veri toplama aracı olarak, Örgütsel Bağlılık Ölçeği ile Kurum İçi İletişim Etkinliği Ölçeği kullanılmıştır. Analiz sürecinde parametrik olmayan testler ile Spearman korelasyon analizi uygulanmıştır. Çalışmada bulgular, çalışanların örgütsel bağlılık düzeylerinin genel olarak orta-üst düzeyde; kurum içi iletişim algılarının ise yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Örgütsel bağlılık ile kurum içi iletişim arasında pozitif yönlü, yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($\rho=0,793$; $p<0,001$). Özellikle üstlerle iletişim ve kurumsal iletişim politikalarının, çalışan bağlılığı üzerinde belirleyici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, etkili iletişim stratejilerinin, çalışanların kuruma olan duygusal bağlılıklarını güçlendirdiği, motivasyonlarını artırdığı ve performanslarını olumlu etkilediği görülmüştür. Bu doğrultuda kamu kurumlarının, çalışan bağlılığını sürdürülebilir kılmak adına şeffaf, güvene dayalı ve katılımcı bir iletişim kültürü oluşturması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kurum içi iletişim, örgütsel bağlılık, çalışan bağlılığı, iletişim etkinliği, kamu kurumları

A STUDY ON THE EFFECT OF INTERNAL COMMUNICATION ON ORGANIZATIONAL COMMITMENT: THE EXAMPLE OF KIRŞEHİR LABOR AND EMPLOYMENT INSTITUTION PROVINCIAL DIRECTORATE (KIRŞEHİR İŞKUR)

ABSTRACT

This study aims to examine the effect of internal communication on employees' organizational commitment and is the first research conducted specifically within the Kırşehir Provincial Directorate of the Turkish Employment Agency. In today's rapidly changing and competitive business environment, it is observed that employees' commitment to their organizations has weakened. In this context, the quality of internal communication stands out as one of the fundamental factors shaping employees' sense of belonging to the organization. The study seeks to reveal the existence and level of the relationship between internal communication and organizational commitment. The research was conducted using a quantitative method with a cross-sectional design. The population of the study consists of employees of the Kırşehir Provincial Directorate of the Turkish Employment Agency, while the sample includes 40 voluntary participants aged between 19 and 65. Data were collected through structured questionnaires administered via face-to-face interviews. The Organizational Commitment Scale and the Internal Communication Effectiveness Scale were used as data collection tools. In the analysis process, non-parametric tests and Spearman correlation analysis were applied. The findings indicate that employees' organizational commitment levels are generally at a moderate-to-high level, while their perceptions of internal communication are high. A positive, strong, and statistically significant relationship was found between organizational commitment and internal communication ($\rho=0.793$; $p<0.001$). In particular, communication with supervisors and organizational communication policies were identified as key determinants of employee commitment. In conclusion, effective communication strategies strengthen employees' emotional commitment to the organization, increase their motivation, and positively affect their performance. Accordingly, it is recommended that public institutions establish a transparent, trust-based, and participatory communication culture to ensure sustainable employee commitment.

Keywords: Internal communication, organizational commitment, employee commitment, communication effectiveness, public institutions

1. GİRİŞ

Kurum içi iletişim, organizasyonların başarısı ve sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Etkili iletişim, çalışanların örgütle olan bağlarını güçlendirmekte, iş birliğini teşvik etmekte ve organizasyonel hedeflere ulaşmada önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bilgi akışının sağlanması, potansiyel sorunların çözülmesi ve organizasyonel değişimlerin yönetilmesi açısından da iletişim, vazgeçilmez bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Akmpelu, Othman, & Mohamad, 2016; Allen, Smith, & Thompson, 2016).

1.1.Araştırmanın Problemi

İyi yapılandırılmış bir iletişim süreci, çalışanların iş yerindeki etkileşimlerinde karşılaştıkları zorlukları anlamalarına yardımcı olmakta ve organizasyonun hedeflerine ulaşmasında etkin rol oynamaktadır. Ancak, günümüzün değişken ve rekabetçi iş ortamlarında, çalışanların organizasyonlarına olan bağlılıklarının zayıfladığı ve işverenleriyle güçlü bir şekilde özdeşleşmelerinin giderek daha zor hale geldiği gözlemlenmektedir. Bu bağlamda, Abrell-Vogel ve Rowold (2014) tarafından yapılan çalışmada, liderlerin dönüşümsel liderlik davranışlarının çalışanların değişime yönelik duygusal bağlılıklarını olumlu etkilediği belirtilmiştir. Özellikle liderlerin "bireysel destek" davranışının bağlılık üzerinde anlamlı etkisi olduğu, "uygun bir model sağlama" davranışının ise liderlerin değişime olan bağlılığı yüksek olduğunda etkili olduğu vurgulanmaktadır. Bu bulgular, liderlerin kendi bağlılıklarının çalışanların bağlılıklarını etkilediğini ve bu durumun organizasyonel bağlılık eksikliğine yol açarak çalışanların verimliliklerini olumsuz yönde etkileyebileceğini göstermektedir (Vratskikh, Zaitseva & Stepanov, 2016).

Çalışanların iş hayatında geçirdikleri süre dikkate alındığında, iş ortamı ve örgüt ile olan ilişkilerinin onların bağlılık düzeyleri üzerinde doğrudan etkili olduğu görülmektedir. İnsan kaynağına verilen değer, organizasyonların iç çevresindeki dinamikleri etkin şekilde yönetebilmesi açısından önemlidir. Bir işletmenin dış çevrede başarılı olabilmesi ve rekabet avantajı elde edebilmesi, büyük ölçüde iç çevresindeki çalışanlarının örgütsel bağlılıklarıyla ilişkilidir (Bellou & Chatzinikou, 2015). Ayrıca, çalışanların hem fiziksel hem de ruhsal sağlığı iş dünyasında büyük önem taşımaktadır. Bireylerin yaşamlarının önemli bir bölümünü kapsayan iş hayatında, kurum içi iletişimin niteliği doğrudan bu sağlığı etkileyebilmektedir (Sundaram, Marlow, & Keegan, 2015).

1.2.Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu kapsamda, Kırşehir İŞKUR'da kurum içi iletişim ile çalışanların örgütsel bağlılıkları arasındaki ilişkiyi inceleyen özgün bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışma,

Kırşehir İŞKUR özelinde gerçekleştirilen ilk araştırma olma niteliği taşıyarak, kuruma özgü iletişim dinamiklerinin çalışan bağlılığı üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Literatür incelendiğinde, kurum içi iletişim ile çalışan bağlılığı arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Etkili iletişim, çalışanların organizasyonel hedeflere daha sıkı bağlanmalarını, karar alma süreçlerinde aktif rol almalarını, değişimlere uyum sağlamalarını ve bağlılık düzeylerini artırmalarını kolaylaştırmaktadır. Ancak, kurum içi iletişimin organizasyonel değişim süreçlerine etkisi üzerine yapılan araştırmaların sınırlı olduğu anlaşılmaktadır.

2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma, nicel araştırma deseni kullanılarak tasarlanmış ve kesitsel araştırma modeli benimsenmiştir. Belirli bir zaman dilimi içerisinde mevcut durumun betimlenmesi ve kurum içi iletişim düzeyleri ile örgütsel bağlılık arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Nicel veriler, yapılandırılmış anket formu aracılığıyla yüz yüze görüşme yöntemi kullanılarak toplanmıştır.

2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, Kırşehir İŞKUR İl Müdürlüğü'nde görev yapan tüm personel oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemini ise, çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden ve 19–65 yaş aralığında yer alan bireyler oluşturmuştur. Örnekleme süreci Mayıs 2025 tarihinde yürütülmüş olup, toplam 40 gönüllü katılımcı araştırmaya dâhil edilmiştir. Katılımcılardan araştırmaya başlamadan önce yazılı ve sözlü onamları alınmış; her birey "Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu "nu imzalayarak çalışmaya katılmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Veri toplama sürecinde kullanılan anket formu iki bölümden oluşmuştur. Birinci bölümde, katılımcıların demografik özelliklerini belirlemeye yönelik yaş, cinsiyet, eğitim durumu, çalışma süresi gibi çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular yer almıştır. İkinci bölümde ise araştırmanın temel değişkenlerini ölçmeye yönelik iki ölçek kullanılmıştır:

2.3.1.Örgütsel Bağlılık Ölçeği (Organizational Commitment Questionnaire – OCQ):

Çalışanların örgütsel bağlılık düzeylerini belirlemek amacıyla Lyman W. Porter, Richard M. Steers ve Richard T. Mowday tarafından geliştirilen "Örgütsel Bağlılık Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçek, bireylerin örgütte kalma isteği, örgütsel başarı için çaba gösterme düzeyi ve örgütün amaç ve değerlerini benimseme derecelerini ölçen 15 maddeden oluşmaktadır. Altı madde, yanıt tutarlılığını kontrol amacıyla ters ifadelerden oluşmaktadır (Porter, Steers, Mowday & Boulian, 1974). Bu çalışmada, anlaşılabilirliği artırmak amacıyla 5'li Likert tipi ölçek

kullanılmıştır. Cevap seçenekleri "Kesinlikle Katılmıyorum" ile "Kesinlikle Katılıyorum" arasında sıralanmıştır. Ölçeğin Türkçeye uyarlaması Erceylan (2010) tarafından yapılmıştır.

2.3.2.Kurum İçi İletişim Etkinliği Ölçeği:

Kurum içi iletişim düzeylerini değerlendirmek amacıyla Cengizalp (2003) tarafından geliştirilen Kurum İçi İletişim Etkinliği Ölçeği kullanılmıştır. Ölçek; çalışma arkadaşlarıyla iletişim, üstlerle iletişim ve kurumsal iletişim politikası olmak üzere üç alt boyuttan oluşmakta ve toplam 17 maddeden meydana gelmektedir. Cevaplama için 5'li Likert tipi derecelendirme kullanılmıştır (her zaman – hiçbir zaman). Ölçekten alınan yüksek puanlar, katılımcının kurum içi iletişim etkinliğinin yüksek olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.

2.4. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen verilerin analizinde IBM SPSS Statistics 23.0 programı kullanılmıştır. Verilerin çözümlenmesinde öncelikle katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler (frekans, yüzde, ortalama, standart sapma, ortanca, minimum–maksimum değerler) hesaplanmıştır. Sürekli değişkenlerin dağılım özelliklerini değerlendirmek amacıyla Shapiro–Wilk normallik testi uygulanmıştır. Değişkenlerin normal dağılıma uymaması nedeniyle parametrik olmayan test yöntemleri tercih edilmiştir. İki kategorili gruplar arasında örgütsel bağlılık düzeyindeki farklılıkları değerlendirmek için Mann–Whitney U testi, ikiden fazla kategoriye sahip değişkenlerdeki farkları incelemek için ise Kruskal–Wallis testi kullanılmıştır. Örgütsel bağlılık ile kurumsal iletişim ölçeği puanları arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Spearman sıra korelasyon analizi uygulanmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

2.5.Bulgular

Bu bölümde, araştırmaya katılan toplam 40 bireyden elde edilen verilere ilişkin bulgular sunulmuştur.

2.5.1.Katılımcıların Genel Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Çalışmaya toplam 40 birey dahil edilmiştir. Katılımcıların 22'si (%55,0) erkek, 18'i (%45,0) kadın bireylerden oluşmaktadır. Katılımcıların yaş aralıklarına bakıldığında, en yüksek oran 35–44 yaş (%52,5) grubundadır; bunu 45–54 yaş (%30,0) ve 55–64 yaş (%10,0) grupları takip etmektedir. Eğitim düzeyine göre dağılım incelendiğinde, katılımcıların çoğunluğunun üniversite mezunu (%65,0) olduğu, ardından lise (%17,5) ve lisansüstü (%7,5) düzeyinde eğitim alan bireylerin geldiği belirlenmiştir. Katılımcıların %67,5'i evli, %32,5'i bekar olduğunu belirtmiştir. Kurum içindeki görev sınıflandırmalarına göre bireylerin %42,5'i Büro ve İdari Hizmetler, %35,0'i Destek ve Hizmet Personeli, %22,5'i ise Sosyal Hizmet ve

Danışmanlık alanlarında görev yapmaktadır. Kurumdaki çalışma süresi açısından, bireylerin çoğunluğu 8–12 yıl (%50,0) ve 5–8 yıl (%37,5) aralığında çalışmaktadır. Departman sınıflandırmasında en yüksek oran İdari ve Büro Hizmetleri (%37,5) ve İş Arayanlar (Hizmet Alan) (%25,0) departmanlarına aittir. Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine ilişkin detaylı dağılım Tablo 4.1.'de sunulmuştur.

Tablo 2.5.1. Katılımcıların Genel Özellikleri

Genel Özellikler	Sayı	%
Cinsiyet		
Erkek	22	55,0
Kadın	18	45,0
Yaş		
18-24	1	2.5
25-34	2	5.0
45-54	12	30.0
55-64	4	10.0
Eğitim Durumu		
İlkokul	2	5.0
Ortaokul	3	7.5
Lise	4	10.0
Üniversite	27	67.5
Lisansüstü	4	10.0
Medeni Durum		
Evli	33	82.5
Bekar	7	17.5
Görev Sınıflandırması		
Büro ve İdari Hizmetler	19	47.5
Sosyal Hizmet ve Danışmanlık	11	27.5
Destek ve Hizmet Personeli	10	25.0
Çalışma Süresi		
5–8 yıl	21	52.5
8–12 yıl	19	47.5
Departman Sınıflandırması		
İdari ve Büro Hizmetleri	11	27.5
Aktif İşgücü ve Danışmanlık	11	27.5
Destek Hizmetleri	10	25.0
İş Arayanlar (Hizmet Alan)	5	12.5
Mavi Yaka/İşçi Statüsü	3	7.5

2.5.2.Örgütsel Bağlılık Düzeyine İlişkin Bulgular

Katılımcıların örgütsel bağlılık düzeylerini belirlemek amacıyla kullanılan Örgütsel Bağlılık Ölçeği'nden elde edilen puanlara ilişkin betimsel istatistikler analiz edilmiştir. Ölçek toplam 15 maddeden oluşmaktadır ve alt boyut içermemektedir. Katılımcıların bu ölçekten aldıkları toplam puanların ortalaması 52,58±10,91, ortancası 54,00, minimum ve maksimum değerleri sırasıyla 29,00 ile 70,00 arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre, katılımcıların örgütsel bağlılık düzeylerinin genel olarak orta-üst düzeyde olduğu söylenebilir. Bu bulgular, çalışmaya

katılan bireylerin kurumlarına yönelik bağlılıklarının anlamlı düzeyde olduğunu göstermektedir. Ölçeğe ilişkin detaylı tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.2.'de sunulmuştur.

Tablo 2.5.2. Örgütsel Bağlılık Ölçeği

	Ortalama ± SS	Ortanca Min–Maks	n
Örgütsel Bağlılık Ölçeği	52.58±10.91	55 (29–70)	40

2.5.3. Kurum İçi İletişim Düzeyine İlişkin Bulgular

Katılımcıların kurum içi iletişim düzeylerini belirlemek amacıyla uygulanan Kurumsal İletişim Ölçeği üç alt boyut ve toplam puandan oluşmaktadır. Çalışma arkadaşlarıyla iletişim alt boyutundan elde edilen puanların ortalaması 3,85±0,74, ortancası 3,92 olup puanlar 1,67 ile 5,00 arasında değişmektedir. Üstler ile olan iletişim alt boyutunun ortalaması 3,71±1,00, ortancası 3,86 ve puan aralığı 1,00–5,00'dır. Kurumun iletişim politikası alt boyutunda ortalama puan 3,38±1,06, ortanca 3,75, minimum ve maksimum değerler ise 1,00 ve 5,00'tir. Ölçek toplamında katılımcıların aldığı puanların ortalaması 3,68±0,82, ortancası 3,85 ve dağılımı 1,24 ile 5,00 arasındadır. Bu bulgular doğrultusunda, katılımcıların kurum içi iletişim düzeylerinin genel olarak yüksek olduğu görülmektedir. Kurumsal İletişim Ölçeği 'ne ilişkin detaylı betimsel istatistikler Tablo 4.3.'te sunulmuştur.

Tablo 2.5.3. Kurum İçi İletişim Etkinliği Ölçeği

	Ortalama ± SS	Ortanca Min–Maks	n
Çalışma Arkadaşlarıyla İletişim	3.85±0.74	3.92 (1.67–5.0)	40
Üstler ile Olan İletişim	3.71±1.0	3.86 (1.0–5.0)	40
Kurum İletişim Politikası	3.38±1.06	3.75 (1.0–5.0)	40
Toplam	3.68±0.82	3.85 (1.24–5.0)	40

2.5.4.Örgütsel Bağlılık ile Kurum İçi İletişim Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Araştırmada, örgütsel bağlılık ile kurumsal iletişim düzeyi arasındaki ilişki Spearman sıra korelasyon analizi ile incelenmiştir. Analiz sonucunda, örgütsel bağlılık ile kurumsal iletişim toplam puanı arasında pozitif yönlü, yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (ρ=0,793; p<0,001). Ayrıca, örgütsel bağlılık ile kurumsal iletişim ölçeğinin alt

boyutları arasında da anlamlı ilişkiler gözlemlenmiştir. Örgütsel bağlılık ile çalışma arkadaşlarıyla iletişim arasında orta düzeyde (ρ=0,563; p<0,001), üstler ile olan iletişim arasında yüksek düzeyde (ρ=0,788; p<0,001) ve kurumun iletişim politikası ile arasında yine yüksek düzeyde (ρ=0,687; p<0,001) pozitif yönlü ilişkiler tespit edilmiştir. Bu bulgular, kurumdaki iletişim düzeyi arttıkça çalışanların örgütsel bağlılıklarının da anlamlı biçimde arttığını göstermektedir. İlgili korelasyon analizine ilişkin detaylı bulgular Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 2.5.4. Örgütsel Bağlılık Ölçeği ile Kurum İçi İletişim Etkinliği Ölçeği Arasındaki Korelasyon Analizi

Örgütsel Bağlılık Ölçeği	Korelasyon Katsayısı (ρ)	p-değeri
Çalışma Arkadaşlarıyla İletişim	0.563	< 0.001
Üstler ile Olan İletişim	0.788	< 0.001
Kurum İletişim Politikası	0.687	< 0.001
Kurumsal İletişim Toplam	0.793	< 0.001

TARTIŞMA

Bu araştırmada, kamu kurumunda görev yapan bireylerin örgütsel bağlılık düzeyleri ile kurum içi iletişim algıları arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilen bulgular, örgütsel bağlılık ile kurumsal iletişim arasında anlamlı, pozitif yönlü ve yüksek düzeyde bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, kurum içi iletişim süreçlerinin etkinliğinin çalışanların örgüte olan bağlılık düzeylerini artırmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Çalışmanın bulguları, literatürde yer alan benzer araştırmalarla örtüşmektedir. Örneğin Sharma ve arkadaşları (2025), Bhutan'da sanayi sektöründe gerçekleştirdikleri araştırmada iç iletişim süreçlerinin, çalışanların örgütsel bağlılık ve kuruma devam niyeti üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde, Nguyen ve Ha (2023), Vietnam'daki üniversitelerde yürüttükleri çalışmada, iç iletişimin çalışan bağlılığı ve örgütsel sadakat üzerinde anlamlı etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Her iki çalışmada da iletişimin özellikle yöneticilerle çalışanlar arasındaki açıklık, geri bildirim alma imkanı ve kurumsal şeffaflık ile doğrudan bağlantılı olduğu vurgulanmıştır.

Bu araştırmada üstler ile olan iletişim ve kurumun iletişim politikası alt boyutlarının örgütsel bağlılıkla yüksek düzeyde ilişkili bulunması, yöneticilerin iletişim tarzı ve kurumun iletişim stratejilerinin, çalışanların kuruma olan duygusal ve normatif bağlılıklarını güçlendirdiğini düşündürmektedir. Nitekim literatürde de, iç iletişimin kalitesi arttıkça çalışanların işlerine olan bağlılıklarının arttığı, aidiyet duygusunun geliştiği ve çalışan devrinin azaldığı ifade edilmektedir (Yavuz, 2010; Üçok & Ulağlı, 2021).

Çalışmanın bulgularına göre, kurumsal iletişim düzeyinin yüksek olduğu durumlarda örgütsel bağlılık düzeyinin de yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, kurumların yalnızca görev tanımları ve operasyonel süreçlerle değil, aynı zamanda iletişim kanallarının açıklığı, çalışanlara sağlanan geri bildirim mekanizmaları ve yönetsel etkileşim biçimleriyle de çalışan bağlılığını etkileyebileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, bu araştırma örgütsel bağlılığın artırılmasında etkili iletişim stratejilerinin önemini vurgulamakta; özellikle kamu kurumları gibi hiyerarşik yapılarda çalışan bağlılığının sürdürülebilirliği açısından kurumsal iletişimin stratejik bir araç olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

3. ARAŞTIRMANIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

3.1. İletişim ve İletişimin Rolü

İletişim, organizasyonların işleyişini anlamada kritik bir perspektif sunmaktadır. Erken dönem organizasyon tanımları, bireylerin üretim hedeflerine ulaşmak amacıyla uyum içinde çalıştıkları yapılara odaklanmıştır. Bu bağlamda iletişim, bireysel faaliyetlerin organizasyonel hedeflere uygun biçimde planlanması, aktarılması ve denetlenmesinde merkezi bir rol oynamaktadır (Gardner ve diğerleri, 2016). Organizasyonların, üyelerinin iletişim eylemleriyle biçimlendiği ve yeniden yapılandığı da vurgulanmaktadır. Örneğin Tayvan'daki 310 Yeminli Mali Müşavirlik firmasına gönderilen 620 anketten 209'u geri dönmüş, elde edilen veriler iletişim biçimleri ile iş tatmini ve performansı arasında anlamlı ilişkiler ortaya koymuştur (Wodak, 2015).

Organizasyonel iletişim hem teorik hem de uygulamalı düzeyde organizasyonların işyeri dinamiklerini anlamada önemli bir göstergedir. Kurumsal iletişim profesyonelleri, çalışan iletişimi uygulamalarının finansal performans üzerindeki etkilerini ölçümlemeye yönelik çeşitli yöntemler geliştirmektedir (Meng ve diğerleri, 2016). Türkiye'de küçük işletmelerde yürütülen bir araştırmada, örgütsel iletişim ve iş tatmininin örgütsel bağlılıkla pozitif ilişki içinde olduğu tespit edilmiştir (Masa'deh ve diğerleri, 2015).

İletişim teknolojilerinin çeşitlenmesi ve küresel ekonomik yapıdaki değişkenlik, organizasyonların iletişim yaklaşımlarında yenilikçi çözümleri zorunlu kılmıştır. Pandey ve Garnett (2017), organizasyonların iletişim bağlamlarını yeterince dikkate almadıklarını savunurken, Thompkins (2016) gibi akademisyenler iletişimin organizasyonel teorilerdeki merkezi konumuna dikkat çekmektedir. Özellikle yazılı ve sözlü iletişim araçlarının, çalışanların geri bildirim ve tatmin düzeyleriyle olan ilişkisi dikkat çekicidir (Pincus, 2015).

Diğer taraftan, Balanced Scorecard (Dengeli Performans Göstergesi) modeli, kurumsal iletişim stratejilerinin değerlendirilmesinde stratejik bir araç olarak önerilmektedir (Ritter, 2016). Çeşitli çalışmalarda, iç iletişimin sosyal sermaye, performans düzeyi ve çalışan tatmini üzerinde pozitif etkileri olduğu ortaya konmuştur (Hargie, 2016; Lee, 2016). Çalışanların organizasyonla ilgili iletişimden ne beklediklerinin daha fazla dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Postmes ve diğerleri, 2016; Cheng ve diğerleri, 2017). COVID-19 pandemisi süreci, kurum içi iletişimin rolünü yeniden şekillendirmiş ve teknolojik araçların (e-posta, intranet, video konferans) ön plana çıkmasına yol açmıştır (Sanders ve diğerleri, 2020). Kriz iletişiminin başarısı için mesajların tutarlılığı, açıklığı ve sürekliliği temel gereklilikler olarak belirlenmiştir.

İç iletişimin çalışan bağlılığına etkisi bağlamında, De-la-Calle-Durán ve Rodríguez-Sánchez (2021), güven, gelişim ve iletişim süreçlerinin refahı desteklediğini ortaya koymuşlardır. Sanchis ve Bonavia (2017) ise küçük işletmelerde yatay ve dikey iletişimin sınırlı olması nedeniyle bilgi akışının sekteye uğradığını ve iletişim stratejilerinin şeffaflaştırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

3.2. Çalışanların Örgütsel Bağlılığı

Örgütsel bağlılık, çalışanların organizasyona olan duygusal, normatif ve devamlılık boyutundaki ilişkilerini içermekte ve organizasyonel başarı üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Alshurideh ve diğerleri (2016), pazarlama etiği unsurlarının müşteri ilişkileri ve örgütsel bağlılık üzerindeki etkisini incelemiş, şeffaflık ve geri bildirimin bu süreçteki önemini ortaya koymuştur. Bağlılık düzeyi yüksek çalışanlar, işlerine daha fazla katkı sağlarken; düşük bağlılık düzeyine sahip olanlarda devamsızlık ve işten ayrılma niyeti artmaktadır (D'Amato ve diğerleri, 2015). Çin'de yapılan bir araştırmada, sosyal değişim ve iş gömülmesi kavramları bağlamında örgütsel bağlılık ile işten ayrılma niyeti arasındaki ilişki analiz edilmiş ve sosyal bağların bu süreci olumlu etkilediği görülmüştür (Hom ve diğerleri, 2016). Benzer şekilde, iş yaşam kalitesinin örgütsel bağlılık üzerindeki etkisi Etiyopya'daki akademik personel örneği üzerinden incelenmiş, özellikle ücret politikaları ve iş-yaşam dengesi gibi unsurların belirleyici olduğu bulunmuştur (Abebe & Assemie, 2023). Gassas & Salem (2022), bağlılık düzeyinin içsel (eğitim, deneyim) ve dışsal (liderlik, organizasyonel yapı) faktörlere bağlı olduğunu vurgulamaktadır.

3.3. İletişimin Rolü ve Çalışanların Örgütsel Bağlılığı

İletişim, çalışanların organizasyonel hedeflere yönelmesinde ve iş süreçlerine entegre olmalarında belirleyici bir faktördür. Downs ve arkadaşları (2016), iletişim ile örgütsel bağlılık

arasında güçlü bulguların az olduğunu ve bu ilişkinin daha fazla araştırılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Ridder (2016), bilgilendirme düzeyinin bağlılığı etkileyen önemli bir unsur olduğunu belirtmiştir. Argenti (1998), çift yönlü iletişim modelinin bağlılık açısından kritik rol oynadığını vurgularken, Beş farklı organizasyonda yapılan çalışmalarda, yüksek kaliteli iç iletişimin bağlılık ve güveni pekiştirdiği gözlenmiştir. Yöneticilerin bu süreçteki rolü ise sadece bilgi aktarımı değil, aynı zamanda duygusal destek sağlamak olarak tanımlanmaktadır (Robson & Tourish, 2016). Çalışan bağlılığını destekleyen İnsan Kaynakları Yönetimi uygulamaları ve iletişim stratejileri, örgütsel hedeflerin başarısında anahtar rol oynamaktadır. Bu kapsamda geliştirilen etkili iletişim yöntemleri, güven ortamının oluşmasını, katılımın artmasını ve organizasyonla özdeşleşmeyi mümkün kılmaktadır (Gould-Williams, 2016).

4. SONUÇ

Bu araştırmada, kamu kurumunda görev yapan çalışanların örgütsel bağlılık düzeyleri ile kurum içi iletişim algıları arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilen bulgular, çalışanların örgütsel bağlılık düzeylerinin orta-üst düzeyde; kurum içi iletişim algılarının ise yüksek düzeyde olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle örgütsel bağlılık ile kurum içi iletişim arasında pozitif yönlü, yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunması, iç iletişimin çalışanların kuruma olan aidiyetlerini güçlendiren temel unsurlardan biri olduğunu göstermektedir. Kurum içi iletişimin alt boyutlarından özellikle "üstler ile olan iletişim" ve "kurumun iletişim politikası", örgütsel bağlılıkla yüksek düzeyde ilişkili bulunmuş; bu durum, yöneticilerin iletişim tarzı ve kurumsal şeffaflık politikalarının çalışan bağlılığında belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. İyi yapılandırılmış, şeffaf ve çift yönlü iletişim ortamları; çalışanların motivasyonunu ve bağlılık düzeylerini artırmakta, iş tatmini ve verimliliği desteklemektedir. Bu nedenle, kurumların yalnızca yapısal işleyişlerine değil, çalışanlarla kurdukları iletişim süreçlerine de odaklanmaları gerekmektedir.

Bu doğrultuda, elde edilen bulgular ışığında aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

- **Şeffaf ve Açık İletişim Kanalları Kurulmalı:** Çalışanlara yönelik düzenli bilgilendirme toplantıları ve iç bültenler aracılığıyla, kurumsal hedef ve politikalar açıkça paylaşılmalıdır.
- **Yöneticilerin İletişim Becerileri Geliştirilmeli:** Üst düzey yöneticiler ve birim amirleri, çalışanlarla etkili iletişim kurabilmeleri için empatik dinleme, geri bildirim verme ve net ifade becerileri konusunda desteklenmelidir.
- **Geri Bildirim Kültürü Güçlendirilmeli:** Çalışanların görüş, öneri ve eleştirilerini rahatça dile getirebilecekleri açık geri bildirim mekanizmaları kurulmalıdır.

- **İç İletişim Teknolojileri Etkin Kullanılmalı:** Dijital iletişim platformları (intranet, kurumsal uygulamalar vb.) daha yaygın ve işlevsel hale getirilerek, hızlı ve çift yönlü bilgi akışı sağlanmalıdır.
- **Katılım ve Dahil Olma Teşvik Edilmeli:** Karar alma süreçlerinde çalışanların görüşlerine başvurulmalı; bu sayede aidiyet duyguları pekiştirilmelidir.
- **Düzenli Memnuniyet Anketleri Uygulanmalı:** Kurum içi iletişim süreçlerinin işleyişi ve çalışan algısı periyodik olarak değerlendirilerek iyileştirme alanları belirlenmelidir.

Sonuç olarak, örgütsel bağlılık düzeylerinin artırılmasında kurum içi iletişimin rolü göz ardı edilemez bir faktördür. Kamu kurumlarında sürdürülebilir başarı için, yalnızca görev tanımları ve hiyerarşik yapıların değil; aynı zamanda çalışanlarla kurulan güvene dayalı, şeffaf ve sürekli iletişimin stratejik bir öncelik olarak ele alınması gerekmektedir.

5. KAYNAKÇA

Abebe, A., & Assemie, A. (2023). Quality of work life and organizational commitment of the academic staff in Ethiopian universities. Heliyon, 9(4), e15139.

Abrell-Vogel, C., & Rowold, J. (2014). Leaders' commitment to change and their effectiveness in change: A multilevel investigation. *Journal of Organizational Change Management*, 27(6), 900–921.

Akmpelu, M., Othman, H., & Mohamad, S. (2016). Communication technologies and their effect on organizational performance. *International Journal of Business Communication, 53*(2), 217–234.

Allen, R., Smith, P., & Thompson, S. (2016). Examining the role of communication in enhancing organizational commitment. Management Communication Quarterly, 30(2), 203–219.

Argenti, P. A. (2014). Strategic employee communications. Human Resource Management, 37(3-4), 199–206.

Bellou, V., & Chatzinikou, M. (2015). Organizational change and internal communication strategies: A study of multinational companies. *International Journal of Human Resource Management, 26*(2), 331–349.

Cengizalp, E. (2003). Kurumiçi etkin iletişim ortamının çalışanın kuruma bağlılık düzeyi ile ilişkisi (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Cheng, B. S., Jiang, D. Y., & Riley, J. H. (2016). Organizational commitment, supervisory commitment, and employee outcomes in the Chinese context: Proximal hypothesis or global hypothesis? Journal of Organizational Behavior, 24, 313–334.

D'Amato, A., & Herzfeldt, R. (2015). Learning orientation, organizational commitment and talent retention across generations. Journal of Managerial Psychology, 23(8), 929–953.

De-la-Calle-Durán, M., & Rodríguez-Sánchez, J. (2021). Employee engagement and wellbeing in times of COVID-19: A proposal of the 5Cs model. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18, 5470.

Demirel, Y., Seçkin, Z., & Özçınar, M. F. (2011). Örgütsel iletişim ile örgütsel vatandaşlık davranışı arasındaki ilişki üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20(2), 33–48.

Downs, C. W., & Hazen, M. D. (2016). A factor analytic study of communication satisfaction. The Journal of Business Communication, 14, 64–73.

Erceylan, N. (2010). Yöneticilerin liderlik davranışlarının çalışanların örgütsel bağlılıkları üzerindeki etkileri ve bir araştırma (Yüksek Lisans tezi). İnönü Üniversitesi, Malatya.

Gardner, K., Vandenberg, R., Vandenberghe, C., & Stinglhamber, L. (2015). The role of change in the relationship between commitment and turnover: A latent growth modeling approach. Journal of Applied Psychology, 90(3), 468–482.

Gassas, R., & Salem, O. (2022). Nurses' professional values and organizational commitment. Journal of Taibah University Medical Sciences, 18(1), 19–25
Gould-Williams, J. (2016). The importance of HR practices and workplace trust in achieving superior performance: A study of public-sector organizations. International Journal of Human Resource Management, 14(1), 28–54.
Hargie, O. (2016). The importance of communication for organisational effectiveness. In O. Hargie (Ed.), The Handbook of Communication Skills (pp. 13–34). Routledge.
Hom, P. W., Tsui, A. S., Wu, J. B., Lee, T. W., Zhang, A. Y., Fu, P. P., & Li, L. (2016). Explaining employment relationships with social exchange and job embeddedness. Journal of Applied Psychology, 94(2), 277–297.
Lee, R. (2016). Social capital and business and management: Setting a research agenda. International Journal of Management Reviews, 11(3), 247–273.
Masa'deh, R., Tayeh, M., & Al-Jarrah, I. M. (2015). Accounting vs. market-based measures of firm performance related to information technology investments. International Review of Social Sciences and Humanities, 9(1), 129–145.
Mengate, R., Tayeh, M., & Al-Jarrah, I. M. (2015). Accounting vs. market-based measures of firm performance related to information technology investments. International Review of Social Sciences and Humanities, 9(1), 129–145.
Nguyen, C. M. A., & Ha, M.-T. (2023). The interplay between internal communication, employee engagement, job satisfaction, and employee loyalty in higher education institutions in Vietnam. Humanities and Social Sciences Communications, 10(1).
Pandey, H., & Garnett, K. (2017). Workplace productivity through employee workforce engagement: A review study. International Journal of Business and Social Science, 6(12), 156.
Pincus, J. D. (2015). Communication satisfaction, job satisfaction, and job performance. Human Communication Research, 12(3), 395–419.
Porter, L. W., Steers, R. M., Mowday, R. T., & Boulian, P. V. (1974). Organizational commitment, job satisfaction, and turnover among psychiatric technicians. Journal of Applied Psychology, 59(5), 603–609.
Postmes, T., Tanis, M., & De Wit, B. (2016). Communication and commitment in organizations: A social identity approach. Group Processes & Intergroup Relations, 4(3), 227–246.
Ridder, J. A. (2016). Organisational communication and supportive employees. Human Resource Management Journal, 14(3), 20–30.
Ritter, M. (2016). The use of balanced scorecards in the strategic management of corporate communication. Corporate Communications: An International Journal, 8(1), 44–59.
Robson, P. J. A., & Tourish, D. (2015). Managing internal communication: An organizational case study. Corporate Communications: An International Journal, 10(3), 213–222.
Sanchis, P. I., & Bonavía, T. (2017). Internal communication system analysis in a small company. WPOM-Working Papers on Operations Management, 8, 9–21.
Sharma, S., Dorji, S., & Pradhan, S. (2025). Role of internal communication in fostering employee engagement, retention, and organizational commitment: A case of Bhutanese industries. Asian Journal of Economics, Business and Accounting, 25(4), 156–177.
Sundaram, A., Marlow, R., & Keegan, A. (2015). Verbal and nonverbal communication in IT service encounters: Effects on trust and commitment. *Journal of Business Communication, 52*(2), 167–188.
Thompkins, G., Al Kurdi, B., Alshurideh, M., Akmpelu, B., Hussein, A. A., & Alrowwad, A. (2017). Investigating the impact of communication satisfaction on organizational commitment: A practical approach to increase employees' loyalty. International Journal of Marketing Studies, 9(2), 113–133.
Üçok Öksüz, E., & Ulağlı, S. (2021). Örgüt içi iletişimin örgütsel bağlılığa etkisi: Türkiye'deki bankacılık sektörü üzerinde bir araştırma. Troyacademy, 6(1), 311–330.
Vratskikh, I., Al-Lozi, M., & Maqableh, M. (2016). The impact of emotional intelligence on job performance via the mediating role of job satisfaction. *International Journal of Business and Management, 11*(2), 69–91.
Wodak, J., Silverthorne, C., & Hung, J. (2017). Organisation communication, job stress, organisational commitment, and job performance of accounting professionals in Taiwan and America. Leadership & Organisation Development Journal, 27(4), 242–249.

DİJİTAL OYUN ARAYÜZLERİNDE RENK KURAMININ İŞLEVSEL ROLÜ: KULLANICI DENEYİMİ (UX) BAĞLAMINDA BİR İNCELEME

Ebubekir KOÇAK
Istanbul Esenyurt University, Information Technology Vocational School, Computer Technologies, 34510 Esenyurt, İstanbul
ORCID: 0009-0003-8862-2452

ÖZET

Günümüz dijital oyun evreni, oyuncuya önemli miktarda veriyi ve değişkeni saniyeler içinde aktarmak zorunda olan, yüksek etkileşimli ve dinamik sistemlerden oluşmaktadır. Bu yoğun bilgi akışının kaosa dönüşmeden yönetilmesi, oyuncunun karar verme mekanizmalarının desteklenmesi ve bilişsel yükünün uygun seviyede tutulması, kullanıcı arayüzü (UI) tasarımının temel sorumluluğundadır. Arayüz tasarımının en güçlü ve en hızlı algılanan bileşenlerinden biri olan renk; estetik bir dışavurum veya görsel bir süsleme olmanın yanı sıra, oyun mekaniklerini, sistem geri bildirimlerini ve anlatısal ipuçlarını oyuncuya ileten stratejik ve işlevsel bir araçtır. Çalışmanın temel amacı, dijital oyunlardaki arayüz tasarımlarında renk kuramının, kullanıcı deneyimini (UX) iyileştirmek, etkileşimi hızlandırmak ve bağlılık hissini güçlendirmek için nasıl bir operasyonel enstrüman olarak kullanıldığını bilimsel bir temelde ortaya koymaktır.

Çalışmanın kapsamı, modern oyun endüstrisinin farklı tasarım dillerini temsil eden türler (FPS, RPG, MOBA) üzerinden belirlenmiştir. Bu bağlamda; sağlık barları, mühimmat göstergeleri, yetenek ikonları, navigasyonel haritalar ve envanter yönetim sistemleri gibi önemli arayüz öğeleri inceleme altına alınmıştır. Analiz süreci, renk teorisinin temel ilkeleri olan kontrast, sıcak-soğuk dengesi, renk semantiği ve psikolojik algı eşikleri çerçevesinde şekillendirilmiştir. Özellikle oyun dünyasının bir parçası olan "Diegetic" arayüzler ile ekranın en üst katmanında yer alan "Non-Diegetic" arayüz tasarımları arasındaki fonksiyonel renk farklılıkları, bilgi hiyerarşisi perspektifinden derinlemesine incelenmektedir.

Araştırmada nitel araştırma tekniklerinden doküman analizi ve karşılaştırmalı görsel analiz yöntemi benimsenmiştir. Seçili oyunlardan elde edilen yüksek çözünürlüklü ekran görüntüleri; Johannes Itten'in yedi renk kontrastı ve Josef Albers'in renklerin etkileşimi prensipleri üzerinden teorik bir değerlendirmeden geçirilmiştir. Bu renk tercihlerinin kullanıcı davranışları, hata payları ve oyun içi performans üzerindeki etkileri; erişilebilirlik, öğrenilebilirlik ve anlık geri bildirim gibi temel UX tasarım prensipleri bağlamında bir tartışmaya açılmıştır.

Elde edilen bulgular, renk kodlamasının oyuncunun görsel tarama hızını ve karmaşık sembolleri anlamlandırma sürecini önemli derecede optimize ettiğini kanıtlamaktadır. Renklerin işlevsel kullanımı; sadece bir düzen oluşturmakla kalmamakta, oyuncunun oyun

evreniyle kurduğu duygusal bağı ve daldırıcılık seviyesini de belirlemektedir. Örneğin, "kırmızı" rengin evrensel bir tehlike ve hayati kritiklik sinyali olarak kullanımı ile "mavi" rengin bilişsel kaynaklar (anlam, enerji) veya etkileşime açık dost unsurlarla eşleştirilmesi, oyuncunun öğrenme eğrisini büyük ölçüde kısaltmaktadır. Sonuç olarak bu çalışma, dijital oyun tasarımcıları ve geliştiricileri için renk kuramının teorik bilgisinin, pratik ve kullanıcı odaklı bir tasarım stratejisine nasıl dönüştürülebileceğine dair kapsamlı bir teorik çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Oyun Tasarımı, Renk Kuramı, Kullanıcı Arayüzü (UI), Kullanıcı Deneyimi (UX), Bilgi Tasarımı, Bilişsel Yük.

THE FUNCTIONAL ROLE OF COLOR THEORY IN DIGITAL GAME INTERFACES: AN EXAMINATION IN THE CONTEXT OF USER EXPERIENCE (UX)

ABSTRACT

The modern digital gaming universe consists of highly interactive and dynamic systems that must transmit significant amounts of data and variables to the player within seconds. Managing this intense information flow without it turning into chaos, supporting the player's decision-making mechanisms, and keeping their cognitive load at an appropriate level are the fundamental responsibilities of user interface (UI) design. Color, one of the most powerful and quickly perceived components of interface design, is not only an aesthetic expression or visual embellishment, but also a strategic and functional tool that conveys game mechanics, system feedback, and narrative cues to the player. The main objective of this study is to scientifically demonstrate how color theory is used as an operational instrument in digital game interface designs to improve user experience (UX), accelerate interaction, and strengthen the sense of engagement. The scope of the study is defined through genres representing different design languages of the modern game industry (FPS, RPG, MOBA). In this context, important interface elements such as health bars, ammo indicators, ability icons, navigational maps, and inventory management systems have been examined. The analysis process is structured around the fundamental principles of color theory: contrast, warm-cold balance, color semantics, and psychological perception thresholds. In particular, the functional color differences between "diegetic" interfaces, which are part of the gaming world, and "non-diegetic" interface designs located at the top layer of the screen are examined in depth from an information hierarchy perspective.

This research employs qualitative research techniques, specifically document analysis and comparative visual analysis. High-resolution screenshots from selected games were theoretically evaluated using Johannes Itten's seven color contrast principles and Josef Albers'

principles of color interaction. The effects of these color preferences on user behavior, error rates, and in-game performance were discussed within the context of fundamental UX design principles such as accessibility, learnability, and instant feedback. The findings demonstrate that color coding significantly optimizes the player's visual scanning speed and the process of interpreting complex symbols. The functional use of colors not only creates order but also determines the emotional connection and immersion level the player establishes with the game universe. For example, the use of "red" as a universal signal of danger and criticality, and the association of "blue" with cognitive resources (meaning, energy) or interacting friendly elements, greatly shortens the player's learning curve. In conclusion, this study provides a comprehensive theoretical framework for digital game designers and developers on how theoretical knowledge of color theory can be translated into a practical and user-oriented design strategy.

Keywords: Digital Game Design, Color Theory, User Interface (UI), User Experience (UX), Information Design, Cognitive Load.

DİJİTAL OYUNLARDA PİKSEL SANATININ GÖRSEL İLETİŞİM STRATEJİSİ OLARAK KULLANIMI

Ebubekir KOÇAK
Istanbul Esenyurt University, Information Technology Vocational School, Computer Technologies, 34510 Esenyurt, İstanbul
ORCID: 0009-0003-8862-2452

ÖZET

Dijital oyun endüstrisi, donanım teknolojilerinin hızla gelişmesiyle birlikte yüksek çözünürlüklü grafikler ekseninde büyük bir dönüşüm geçirmiştir. Ancak bu teknolojik imkanlara rağmen, Piksel sanatı bir görsel stil olarak terk edilmemiş; aksine modern oyun tasarımında bilinçli bir görsel iletişim stratejisi olarak yeniden konumlandırılmıştır. Çalışmanın temel amacı, dijital oyunlarda piksel sanatının bir nostalji unsuru olmanın ötesinde, oyuncunun bilişsel süreçlerini yöneten, estetik bir soyutlama sunan ve sınırlı görsel veriyle maksimum anlam üreten stratejik bir tasarım dili olduğunu ortaya koymaktır. Çalışma, piksellerin birer kısıtlama değil, birer anlatım biçimi olarak nasıl işlev gördüğünü kuramsal bir çerçevede incelemeyi hedeflemektedir.

Araştırmanın kapsamı, 1980'li yılların teknik zorunluluklarla şekillenen 8-bit ve 16-bit oyunlarından başlayarak, günümüzün "Neo-Retro" olarak adlandırılan ve modern ışıklandırma teknolojileriyle harmanlanan bağımsız oyun projelerine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Özellikle *Minecraft, Stardew Valley, Celeste* ve *Blasphemous* gibi türünün öncüsü olan yapımlar, görsel iletişim stratejileri açısından vaka analizi yöntemiyle ele alınmaktadır. Bu bağlamda, düşük çözünürlüklü görsellerin oyuncunun hayal gücünü nasıl tetiklediği ve tasarım prensiplerinin oyun deneyimine katkısı tartışılmaktadır.

Çalışmanın yöntemi, nitel araştırma desenine dayanmaktadır. Literatür taraması ile desteklenen kuramsal çerçeve, görsel göstergebilim ve Gestalt algı kuramları üzerinden yapılandırılmıştır. Form psikolojisi ilkeleri, piksel sanatındaki "grid" (ızgara) yapısı ve renk kısıtlamalarıyla ilişkilendirilerek analiz edilmiştir.

Elde edilen bulgular ve kazanımlar, piksel sanatının bir iletişim stratejisi olarak üç temel işlevi yerine getirdiğini göstermektedir: Birincisi, görsel soyutlama yoluyla oyuncunun bilişsel yükünü azaltarak mekanik odaklı bir oynanış sunması; ikincisi, tekno-nostalji aracılığıyla kuşaklararası bir duygusal köprü kurması; üçüncüsü ise ekonomik ve teknik kısıtlılıkları birer özgün sanatsal kimliğe dönüştürmesidir. Piksel sanatı, oyuncunun zihninde boşlukları tamamlama düşüncesini tetikleyerek, interaktif katılımı sadece fiziksel değil, zihinsel bir boyuta da taşımaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma dijital oyunlarda piksel sanatının bir gerileme değil, aksine zamansız bir görsel iletişim dili olduğunu kanıtlamaktadır. Modern oyun tasarımcıları için piksel sanatı; maliyet etkinliği sağlamasının yanı sıra, oyuncu ile oyun evreni arasında sembolik ve derinlemesine bir bağ kurma aracıdır. Çalışma, görsel iletişim tasarımı eğitimi alan profesyonellerin ve oyun geliştiricilerin, düşük çözünürlüklü estetiği bir yetersizlik olarak değil, bir stratejik tercih olarak nasıl değerlendirmeleri gerektiğine dair kuramsal bir bakış açısı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Digital Game Design, Pixel Art, Visual Communication, User Experience (UX), Cognitive Load.

THE USE OF PIXEL ART AS A VISUAL COMMUNICATION STRATEGY IN DIGITAL GAMES

ABSTRACT

The digital gaming industry has undergone a major transformation centered on high-resolution graphics with the rapid advancement of hardware technologies. However, despite these technological capabilities, pixel art has not been abandoned as a visual style; on the contrary, it has been repositioned as a conscious visual communication strategy in modern game design. The main aim of this study is to demonstrate that pixel art in digital games is more than just a nostalgic element; it is a strategic design language that manages the player's cognitive processes, offers aesthetic abstraction, and produces maximum meaning with limited visual data. The study aims to examine, within a theoretical framework, how pixels function not as constraints, but as forms of expression. The scope of the research covers a wide range, from the 8-bit and 16-bit games of the 1980s shaped by technical necessities to today's independent game projects, referred to as "Neo-Retro," which are blended with modern lighting technologies. In particular, pioneering productions of their kind, such as Minecraft, Stardew Valley, Celeste, and Blasphemous, are analyzed using case studies in terms of their visual communication strategies. In this context, the study discusses how low-resolution images stimulate the player's imagination and how design principles contribute to the gaming experience.

The study's methodology is based on a qualitative research design. The theoretical framework, supported by a literature review, is structured through visual semiotics and Gestalt perception theories. Principles of form psychology are analyzed in relation to the "grid" structure and color constraints in pixel art.

The findings and insights demonstrate that pixel art fulfills three fundamental functions as a communication strategy: Firstly, it offers mechanically focused gameplay by reducing the player's cognitive load through visual abstraction; secondly, it builds an intergenerational

emotional bridge through techno-nostalgia; and thirdly, it transforms economic and technical limitations into unique artistic identities. Pixel art triggers the idea of filling in the gaps in the player's mind, taking interactive participation not only to a physical but also to a mental dimension. In conclusion, this study proves that pixel art in digital games is not a decline, but rather a timeless visual communication language. For modern game designers, pixel art is a tool for establishing a symbolic and profound connection between the player and the game universe, in addition to providing cost-effectiveness. The study offers a theoretical perspective on how professionals in visual communication design education and game developers should evaluate low-resolution aesthetics not as a deficiency, but as a strategic choice.

Keywords: Digital Game Design, Color Theory, User Interface (UI), User Experience (UX), Information Design, Cognitive Load.

KAHRAMANMARAŞ'IN AKILLI ŞEHİR YOLCULUĞU: FIRSATLAR, ZORLUKLAR VE STRATEJİK YOL HARİTASI ÜZERİNE DEĞERLENDİRME

PhD Feray TOPCU[1]
[2]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü
ORCID ID: 0000-0001-9974-8104
Doç. Dr. Nadire KARADEMİR[2]
[1]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü
ORCID ID: 0000-0002-5850-0580

ÖZET

Akıllı şehir yaklaşımı, bilgi ve iletişim teknolojilerinin kentsel yönetim süreçlerine entegre edilmesiyle şehirlerin daha sürdürülebilir, verimli ve yaşanabilir hale getirilmesini amaçlamaktadır. Bu çalışma, Kahramanmaraş'ın akıllı şehir potansiyelini sürdürülebilirlik ve dirençlilik perspektifinden değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden betimsel analiz kullanılmış; gözlem, doküman incelemesi ve kurumsal verilerden yararlanılmıştır.

Elde edilen bulgular, Kahramanmaraş'ın özellikle 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında yeniden yapılanma süreciyle birlikte akıllı şehir uygulamalarına olan ihtiyacının arttığını göstermektedir. Şehirde akıllı ulaşım sistemleri, kent bilgi sistemleri, e-belediye hizmetleri, mobil uygulamalar ve sosyal destek projeleri gibi çeşitli akıllı şehir bileşenlerinin uygulamaya geçirildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte altyapı eksiklikleri, veri temelli yönetim süreçlerinin sınırlılığı ve katılımcı yönetişim mekanizmalarının yeterince gelişmemiş olması önemli kısıtlılıklar olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, Kahramanmaraş'ın akıllı şehir dönüşüm sürecinin yalnızca teknolojik yatırımlarla değil; insan odaklı, çevreye duyarlı ve katılımcı bir yönetim anlayışıyla desteklenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, Kahramanmaraş'ta yerel paydaş iş birliğinin artırılması, dijital altyapının güçlendirilmesi ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda bütüncül stratejilerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı şehir, Kahramanmaraş, sürdürülebilirlik, dirençlilik, strateji

KAHRAMANMARAŞ'S SMART CİTY JOURNEY: AN ASSESSMENT OF OPPORTUNİTİES, CHALLENGES, AND THE STRATEGİC ROADMAP

ABSTRACT

The smart city approach aims to make cities more sustainable, efficient, and livable by integrating information and communication technologies into urban management processes. This study was conducted to assess Kahramanmaraş's smart city potential from the perspectives of sustainability and resilience. The study employed descriptive analysis, a qualitative research method, utilizing observation, document review, and institutional data.

The findings indicate that Kahramanmaraş has an increasing need for smart city applications, particularly in conjunction with the reconstruction process following the February 6, 2023, earthquakes. It has been determined that various smart city components, such as smart transportation systems, urban information systems, e-government services, mobile applications, and social support projects, have been implemented in the city. However, infrastructure deficiencies, the limited nature of data-driven management processes, and the underdeveloped state of participatory governance mechanisms stand out as significant constraints. In conclusion, Kahramanmaraş's smart city transformation process must be supported not only by technological investments but also by a people-centered, environmentally conscious, and participatory approach to governance. In this context, it is of great importance to enhance collaboration among local stakeholders, strengthen the digital infrastructure, and develop comprehensive strategies aligned with sustainable development goals.

Keywords: Smart city, Kahramanmaraş, sustainability, resilience, strategy

1. GİRİŞ

Günümüzde şehirler, nüfus yoğunluğunun arttığı; ulaşım, trafik, çevre, atık yönetimi ve enerji problemlerinin yoğun olarak yaşandığı mekânlar hâline dönüşmüştür. Her ne kadar şehirler birçok fırsat ve olanak sunan alanlar olsa da yaşanan problemler, bu mekânların kaynak yeterliliğini, yönetimini ve kaliteli yaşam standartlarını olumsuz etkileyebilmekte; bu durum ise çözüm odaklı hedefler belirlemeyi zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda akıllı şehir uygulamaları önem taşımaktadır.

Geleneksel kent yönetiminden oldukça farklı olarak akıllı şehir; çağın gerektirdiği teknolojileri kullanan, yaşanabilir, geleceğe odaklanan, fonksiyonel ortamlarda bilgiyi yöneten ve bunu tüm paydaşlarla birlikte gerçekleştiren bir uygulamadır (Oliveira, 2015; Çetin ve Çiftçi, 2019). Akıllı şehir yaklaşımında refah seviyesini yüksek tutmak, kaynakları akıllı ve planlı kullanmak, tüm paydaşların katılımı dâhilinde en az maliyetle teknoloji sayesinde hizmet sunmak, çevreye saygılı olmak ve kaliteli, sürdürülebilir ortamlar yaratmak temel unsurlar arasında yer almaktadır (Erdoğan, 2019). Dolayısıyla akıllı şehir, kamu güvenliği hizmetleri sunan kentsel altyapının işleyişini artıran; ulaşım, elektrik ve suyun dağıtımını sağlayan karmaşık bir bilgi sistemi uygulaması olarak değerlendirilmektedir (Ghosh ve Mahesh, 2015).

Günümüzde teknolojik gelişmeler akıllı şehir uygulamalarının en önemli unsurlarını oluşturmakta (Yimsek ve Yakar, 2023); zeki kent (intelligent city), sürdürülebilir kent (sustainable city), dijital kent (digital city) ve teknolojik kent (technocity) gibi kavramlar da akıllı kent kavramı kapsamında değerlendirilmektedir (Varol, 2017). Bu doğrultuda yeni

teknolojiler, kentsel alanların geleceği ile kentsel altyapıların kesişim noktasında yer almaktadır (Bilici ve Babahanoğlu, 2018). Ulaşım, su ve gıda üretimi ile dağıtımı, temiz enerji, sağlık, altyapı ve yerel katılım gibi alanları kapsayan akıllı şehir yaklaşımı; rekabet seviyesinin artırılması, daha sağlıklı yaşam alanlarının oluşturulması ve kent hizmetlerinde verimliliğin sağlanması sistematiği üzerinden hareket etmektedir (Akşit, 2018).

Akıllı şehir terimi, "smart city" ifadesinin Türkçeye çevrilmesiyle oluşmuştur. Kavramsal olarak kentte bilişim teknolojilerinden faydalanılması, farklı dijital teknolojilerin kullanılması ve bunların yerel ya da merkezi idarelerle bütünleştirilmesini ifade etmektedir (Kılınç, 2019). Şehirlerin kaynakları etkin kullanması, yaşam kalitesini artırması, sosyal ve dijital sistemleri yönetmesi ve hizmetleri bütüncül bir şekilde sunması akıllı şehirlerin temel amacını oluşturmaktadır. Bu bağlamda akıllı insan, akıllı ulaşım, akıllı yaşam, akıllı yönetişim, akıllı ekonomi ve akıllı çevre gibi bileşenleri bünyesinde barındıran akıllı şehirler, kentsel sorunların daha sistematik bir şekilde çözülmesine odaklanmaktadır. Bir kentin akıllı şehir olarak nitelendirilebilmesi için bu bileşenlerden en az birini bünyesinde bulundurması gerekli olmakla birlikte, bu bileşenlerin birbirini tamamlayacak şekilde planlanması ve kent planlamasında bütüncül olarak ele alınması verimliliğin artmasına katkı sağlayacaktır (Karlı ve Açıksöz, 2021). Bu noktada akıllı şehir kavramını yalnızca teknolojiye odaklanan benzer kavramlardan ayıran temel unsur, insanı ve kurumları merkeze almasıdır (Deloitte, 2015).

2019-2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında akıllı şehir kavramı; yeni teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımları kullanan, paydaşlar arası iş birliği ile hayata geçirilen, veri ve uzmanlığa dayalı olarak gerekçelendirilen ve gelecekteki problem ve ihtiyaçları öngörerek çözümler üreten, daha yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirler olarak tanımlanmaktadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019). Bu kapsamda oluşturulan akıllı şehir yapısı 17 bileşenden oluşmakta olup; akıllı güvenlik, akıllı yapılar, akıllı çevre, akıllı sağlık, akıllı insan, akıllı mekân yönetimi, yatırım ve kaynak kullanımı, afet ve acil durum yönetimi, coğrafi bilgi sistemleri, akıllı ekonomi, akıllı yönetişim, akıllı altyapı, bilgi teknolojileri, akıllı ulaşım, akıllı enerji, iletişim teknolojileri ve bilgi güvenliği gibi unsurları içermektedir (Silik ve Özdemir Akgül, 2021).

PAS 181 Akıllı Şehir Çerçeve Modeli kapsamında ise enerji, atık, su, iletişim, güvenlik ve acil durum, eğitim, ulaşım, sağlık, sosyal hizmetler, barınma, çevre, finans ve ekonomi gibi bileşenler yer almaktadır. ISO 37120:2014 standardında ise ekonomi, eğitim, enerji, çevre, finans, yangın ve acil müdahale, yönetişim, sağlık, rekreasyon, güvenlik, barınma, katı atık, telekomünikasyon ve yenilik, ulaşım, şehir planlama, atık su ve suyun yeniden kullanımı gibi

alanlar akıllı şehir bileşenleri olarak belirlenmiştir. Avrupa Birliği tarafından kabul gören Boyd Cohen'in "Smart Cities Wheel" modeli de altı ana bileşen ve 18 faktörden oluşmakta olup, kent sıralamaları ve kalkınma stratejilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ashwini vd., 2022; Giffinger vd., 2007).

Akıllı şehrin en önemli bileşenlerinden biri akıllı insandır. Tüketiciler, yöneticiler, vatandaşlar ve kent sakinleri bu profili oluşturmaktadır. Bu bağlamda akıllı şehir kavramı zaman içerisinde vatandaş merkezli bir vizyona yönelmiştir. 2013 öncesinde ekonomik unsurlar ön plandayken, sonrasında sosyal ve çevresel konular ön plana çıkmıştır. Bilgi ve iletişim teknolojileri, açık veri ve e-devlet uygulamalarının yönetim süreçlerine entegre edilmesi akıllı yönetişimi oluştururken; sağlıklı ve güvenli bir kent yaşamını ifade eden akıllı yaşam da önemli bir bileşen olarak öne çıkmaktadır (Çakıcı ve Özaslan Kızılboğa, 2021). Akıllı ekonomi ise bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımıyla verimliliğin artırılmasını kapsarken (Bulut ve Adıgüzel, 2023), akıllı çevre doğal kaynakların korunması ve çevre yönetimini ifade etmektedir (Lombardi vd., 2012).

Akıllı şehir uygulamaları mühendisler, ekonomistler, kamu yöneticileri, sosyologlar ve ekolojistlerin ortak perspektifiyle şekillenmektedir. Her ülke kendi kaynakları ve sorunları doğrultusunda farklı akıllı şehir uygulamaları geliştirmektedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde akıllı kent çalışmaları 2015 yılında başlatılmış ve nesnelerin interneti uygulamaları için önemli fonlar ayrılmıştır. Dünyada eko-teknoloji temelli başarılı akıllı şehir uygulamalarına Barcelona, Singapur, Londra, Paris, Kopenhag, Seul, Viyana ve San Francisco gibi şehirlerde rastlanmaktadır (Mirghaemi, 2019).

Türkiye'de ise 20. yüzyılın ikinci yarısında artan nüfus ve hızlı kentleşme, özellikle büyük şehirlerde önemli kentsel sorunları beraberinde getirmiştir. Bu süreçte yerel yönetimler, kentlerin daha yaşanabilir ve sürdürülebilir hâle gelmesi amacıyla teknoloji temelli çözümlere yönelmiş ve akıllı şehir yaklaşımı önem kazanmıştır (Bulut ve Adıgüzel, 2023). 2000'li yıllardan itibaren kalkınma planları ve strateji belgelerinde akıllı şehir uygulamalarına yer verilmiş; Vizyon 2023, bilgi toplumu stratejileri ve eylem planları bu kapsamda şekillenmiştir. Türkiye'de ilk akıllı şehir uygulamalarından biri Yalova'da Bilişim Vadisi Projesi ile başlamış, ardından Ankara, Kocaeli, Bursa ve Eskişehir gibi şehirlerde çeşitli projeler geliştirilmiştir (Örselli ve Akbay, 2019; Taş vd., 2022).

Türkiye'de akıllı şehir politikaları başlangıçta akıllı ulaşım bileşeni üzerine odaklanmış, zamanla kapsamı genişletilmiştir. Kalkınma planları ve KENTGES gibi strateji belgeleri ile kentsel yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmiştir. Onuncu ve On Birinci Kalkınma Planları

ile birlikte akıllı şehir uygulamalarının yaygınlaştırılması ve yerel yönetimlerin desteklenmesi öncelikli politikalar arasında yer almıştır. Bu süreçte Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde kurumsal yapılanmalar oluşturulmuş ve ulusal düzeyde strateji belgeleri hazırlanmıştır.

2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı ile Türkiye'nin akıllı şehir vizyonu belirlenmiş; yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirler hedeflenmiştir. Bu plan kapsamında stratejik amaçlar, hedefler ve eylemler tanımlanmış; paydaş katılımına dayalı bir yaklaşım benimsenmiştir. 2024-2030 dönemini kapsayan yeni strateji belgesi ise ileri teknoloji, sürdürülebilirlik ve dirençlilik odaklı bir vizyon ortaya koymaktadır. Türkiye'de akıllı şehir uygulamaları bölgesel farklılıklar göstermekle birlikte, özellikle ulaşım, enerji ve bina alanlarında yoğunlaşmaktadır. Belediyelerin bu alandaki çalışmaları giderek artmakta; coğrafi bilgi sistemleri, dijital stratejiler ve akıllı insan odaklı projeler öne çıkmaktadır.

Teknoloji ve akıllı şehir çözümlerinin araç olarak kullanılmasıyla, şehirlerde yaşayan insanların hayatlarını etkileyen birçok alanda iyileştirme ve geliştirmelerin yapılması hedeflenmektedir. Çlaışma alanı olan Kahramanmaraş'ta 2023 yılı Şubat depremlerinden sonra, bir miktar göç nedeniyle nüfus azalması yaşanmış olmakla birlikte, deprem yaralarının sarılması sürecinde geri dönüşlerle birlikte nüfus yeniden artmaya başlamıştır. Şehirde sanayi, ticaret ve kültürel faaliyetler yoğun bir şekilde devam etmektedir. Ayrıca 2025 yılında UNESCO kapsamında Türkiye'nin ilk ve tek edebiyat şehri olmuştur. Bunun yanı sıra, uluslararası arenada Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'nin başvurusu ile Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından "Edebiyatın Başkenti Kahramanmaraş" ifadesi ve logosu marka olarak tescillenmiştir. Bu gelişmeler doğrultusunda şehir, hem ulusal hem de uluslararası platformlarda edebiyatın merkezi olduğunu belgelerle ortaya koymuştur.

Dolayısıyla bu süreç dâhilinde hareketlenecek olan şehirde; ulaşım, çevre, enerji, atık, trafik ve sosyal yaşam gibi alanlarda pek çok kentsel sorunun ortaya çıkması kaçınılmazdır. Hızlı kentleşme, deprem ve afet riski, ulaşım sorunları ve bu sorunlara yönelik çözüm arayışları, teknolojik dönüşümü bir zorunluluk hâline getirerek Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'ni akıllı kent çözümlerine yöneltmiştir. Nitekim akıllı şehir yaklaşımı, teknolojiyi kentsel politikalarla bütünleştirerek verimli, güvenli ve sürdürülebilir yaşam alanları oluşturmayı amaçlamaktadır.

Kahramanmaraş, Türkiye'nin önemli kültür, tarım ve sanayi merkezlerinden biridir. Şehrin ekonomik potansiyeli, nüfus yapısı ve son dönemlerde gelişen altyapı olanakları, akıllı şehir modelinin uygulanmasına elverişli kentlerden biri olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada, Kahramanmaraş'ta akıllı şehir uygulamalarının artırılması doğrultusunda ne tür uygulamaların

yapılabileceği ortaya konulmakta; bölgenin akıllı şehir vizyonu tasarlanarak teknolojik ve sosyo-ekonomik açıdan uygun bir akıllı kent modeli belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca şehrin dirençli, yaşanabilir, katılımcı ve sürdürülebilir bir akıllı kent hâline gelebilmesi için yapılabilecekler değerlendirilmiştir.

Çalışmada ilk bölümde akıllı şehir kavramı ve yaklaşımları ele alınmış, akıllı şehir olarak nitelendirilebilmek için gerekli bileşenler belirtilmiş; dünyadaki ve Türkiye'deki akıllı şehir stratejileri ve uygulamalarına yer verilmiştir. İkinci bölümde Kahramanmaraş'ın coğrafi özellikleri ile Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'nin akıllı şehir uygulamaları incelenmiş; son bölümde ise Kahramanmaraş'ta akıllı şehir uygulamalarının daha başarılı bir şekilde yürütülebilmesine yönelik öneriler sunulmuştur.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, Kahramanmaraş'ın akıllı şehir uygulamaları bağlamında mevcut durumunun ortaya konulması ve değerlendirilmesi amacıyla nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiş olup, araştırma deseni olarak betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analiz, elde edilen verilerin önceden belirlenen temalar ve kavramsal çerçeve doğrultusunda düzenlenmesi, yorumlanması ve anlamlandırılması sürecini ifade etmektedir (Karasar, 2020). Bu yöntem, özellikle mevcut durumun sistematik bir biçimde ortaya konulmasına ve olguların olduğu gibi betimlenmesine imkân sağlaması bakımından tercih edilmiştir.

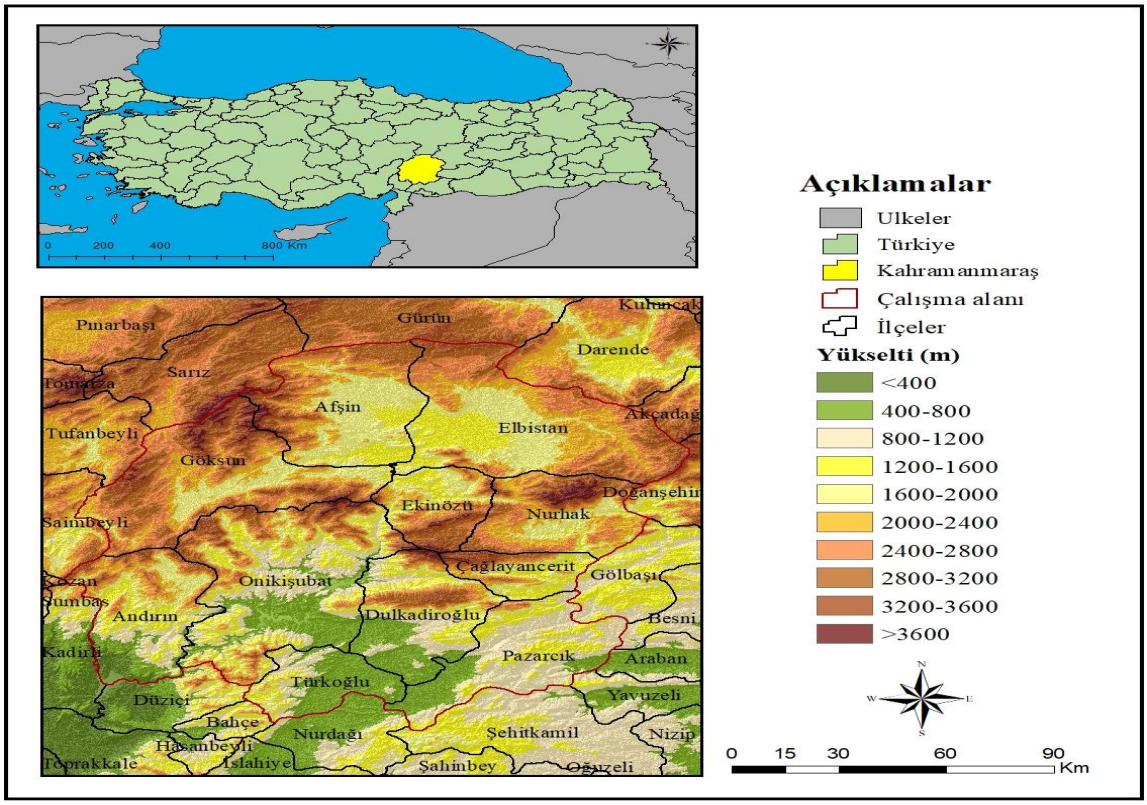
Araştırma kapsamında veri toplama sürecinde birden fazla nitel veri toplama tekniğinden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda gözlem, doküman incelemesi ve ikincil veri analizi yöntemleri kullanılmıştır. Özellikle konuya ilişkin ulusal ve uluslararası literatür kapsamlı bir şekilde taranmış; akıllı şehir kavramı, bileşenleri ve uygulama örneklerine ilişkin teorik ve ampirik çalışmalar incelenmiştir. Literatür taraması sürecinde akademik makaleler, raporlar, resmi kurum yayınları ve strateji belgeleri dikkate alınmıştır.

Doküman analizi kapsamında ise başta ulusal akıllı şehir strateji belgeleri, kalkınma planları, yerel yönetim raporları ve belediye faaliyet dokümanları olmak üzere çeşitli yazılı kaynaklar sistematik bir şekilde incelenmiştir. Bu süreçte elde edilen veriler, araştırmanın kavramsal çerçevesi doğrultusunda sınıflandırılmış ve tematik olarak analiz edilmiştir. Yıldırım ve Şimşek (2013)'in de belirttiği üzere, nitel veri analizinde geçmişe ait bilgilerin derinlemesine incelenmesi ve zaman içerisindeki değişimlerin ortaya konulması önem arz etmektedir. Bu bağlamda, Kahramanmaraş'ın geçmişten günümüze kentsel gelişimi ve akıllı şehir uygulamaları çerçevesindeki dönüşümü de analiz sürecine dâhil edilmiştir. Araştırmanın çalışma alanını Kahramanmaraş ili oluşturmaktadır. Çalışmanın verileri Ocak-Nisan 2025

tarihleri arasında toplanmıştır. Bu süreçte elde edilen veriler sistematik bir şekilde düzenlenmiş, analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde, betimsel analiz yöntemi kullanılarak Kahramanmaraş'ın akıllı şehir potansiyelini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırmanın hem literatüre katkı sağlaması hem de yerel yönetimlere yol gösterici nitelikte olması beklenmektedir.

3. BULGULAR

Kahramanmaraş Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda bulunmakta olup, hem kara hem de demir yolu ulaşımında güneyden ve Akdeniz'den gelen yolları doğuya ve kuzeye bağlayan önemli bir noktada yer almaktadır. Kahramanmaraş, tarih öncesi çağlarda yerleşime açılmış; tarihî süreç içerisinde zaman zaman istilalara uğramış ve bölgede Hititler, Asurlular, Makedonyalılar, Romalılar, Memluklular, Osmanlılar ve Safeviler gibi büyük devletler arasında el değiştirmiştir. Ayrıca Kahramanmaraş, Dulkadiroğlu Beyliği'nin merkezi konumunda olmuştur. Kahramanmaraş; doğudan Darende, Akçadağ, Doğanşehir, Besni, Yavuzeli ve Araban; batıdan Kozan, Saimbeyli, Tufanbeyli, Kadirli ve Sarız; güneyden Gaziantep'in Merkez, İslâhiye ve Bahçe ilçeleri; kuzeyden ise Gürün ilçesi ile çevrilidir (Şekil 1).



Şekil 1. Kahramanmaraş Lokasyon Haritası.

06.02.2023 tarihinde Kahramanmaraş'ın Pazarcık ilçesinde 7.7 büyüklüğünde ve Elbistan merkezli 7.6 büyüklüğünde art arda iki deprem meydana gelmiştir. Deprem, Gaziantep, Hatay, Adana, Kahramanmaraş, Malatya, Osmaniye, Elâzığ, Diyarbakır, Şanlıurfa, Adıyaman ve Kilis

olmak üzere toplam 11 ili olumsuz etkilemiştir. Bu depremlerden, ülke nüfusunun yaklaşık %16,4'üne karşılık gelen 14 milyon 13 bin 196 kişi etkilenmiştir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından 3. seviye uluslararası acil durum ilan edilmiş, etkilenen bölgelerde 3 ay olağanüstü hâl uygulanmıştır. Depremlerin Türkiye ekonomisine toplam maliyetinin yaklaşık 103,6 milyar dolar olabileceği ifade edilmiştir (AFAD, 2023). Çalışma alanı olan Kahramanmaraş, bu afetlerden merkez üssü olması nedeniyle en çok etkilenen şehirlerden biri olmuştur. Deprem sonrasında bölgeden dışarıya göç yaşanmış; ancak deprem yaralarının bir ölçüde sarılmasıyla birlikte tekrar şehre dönüşler başlamıştır. Kahramanmaraş'ın güncel toplam nüfusu 1.134.105 olarak belirlenmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2025; Tablo 1).

Tablo 1. Kahramanmaraş İli Nufüs Verileri (Türkiye İstatistik Kurumu, 2025)

İlçeler	**Toplam Nüfus**
Ekinözü	10.047
Nurhak	11.824
Çağlayancerit	22.498
Andırın	32.059
Göksun	49.576
Pazarcık	67.057
Türkoğlu	78.047
Afşin Nüfusu	78.836
Elbistan	130.246
Dulkadiroğlu	217.530
Onikişubat	436.385
Genel toplam	**1.134.105**

Kahramanmaraş Belediyesi 1870 yılında kurulmuş olup, 2012 yılında çıkarılan 6360 sayılı yasa kapsamında Büyükşehir Belediye Kanunu'nda yapılan değişiklik ile büyükşehirlerde il sınırları belediye sınırı olarak kabul edilmiştir. Bu doğrultuda Kahramanmaraş; Dulkadiroğlu ve Onikişubat merkez ilçeleri başta olmak üzere Afşin, Elbistan, Göksun, Nurhak, Andırın, Çağlayancerit, Pazarcık, Türkoğlu ve Ekinözü ilçelerinden oluşan bir il statüsü kazanmıştır.

Çalışmada, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Bilgi Teknolojileri Şube Müdürlüğü, Elektronik Sistemler Şube Müdürlüğü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Şefliği ile belediyenin web sayfasındaki e-belediye menülerine ait kent bilişim sistemi verileri incelenmiştir. Bu kapsamda çözüm masası istek ve şikâyet sistemi, haftalık UKOME plaka yönetimi, ilan ve reklam hizmetleri, şehir kameraları, kent rehberi, 7326 borç yapılandırma, taziye evleri, ihale ilanları, e-ödeme, cenaze hizmetleri, e-dergi, otobüs kayıp eşya, CİMER bilgi edinme, semt pazar yerleri, nöbetçi eczaneler, telefon rehberi, ilan.gov.tr, bütçe tarifeleri, toplu taşıma güzergâh ve saatleri, sebze ve meyve fiyatları ile imar planı ve uygulamalarına ilişkin veriler değerlendirilmiştir (https://kahramanmaras.bel.tr/).

2016 yılında Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi tarafından "Akıllı Şehir Kahramanmaraş" tanıtım filmi ile yerel halka ve kamuoyuna bilgilendirme yapılmasıyla birlikte şehirde akıllı şehir uygulamalarına yönelik çalışmalar başlamıştır. Bu süreçte Akıllı Şehir Kahramanmaraş Kataloğu tanıtılmıştır. İlk olarak Manevi Evlat Butonu uygulaması devreye alınmış, millî yazılım olarak Pardus işletim sistemi kullanılmaya başlanmış, Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (KASKİ)'nin akıllı uygulamaları devreye sokulmuş ve fiber optik altyapı ile dijital dönüşüm süreci hız kazanmıştır. Aynı zamanda e-Devlet kapısı üzerinden sunulan hizmetler de aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır.

2018 yılında "Yerel Yönetimlerde Akıllı Şehir Uygulamaları Üzerine Danışmanlık Hizmeti" projesi kapsamında Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı desteği alınmıştır. Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi teşkilat yapısı içerisinde, ulaşım dairesi başkanlığına bağlı Trafik ve Akıllı Ulaşım Sistemleri Şube Müdürlüğü kurulmuş ve faaliyetlerine başlamıştır. Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi 2023 Faaliyet Raporu'nda "akıllı kent" kavramına yer verilmiş; akıllı durak, temassız akıllı kartlar ve yaklaşık 17 km uzunluğunda akıllı bisiklet yolu çalışmalarının gerçekleştirildiği belirtilmiştir (Fotoğraf 1). 2024 yılı performans programında ise Kahramanmaraş kent merkezi ve Elbistan'da 65 yaş ve üzeri bireylerin 7/24 çağrı merkezi aracılığıyla takip edilerek desteklendiği ifade edilmiştir.

Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'nin 2020–2024 Stratejik Planı kapsamında, gelişen teknolojilere paralel olarak altyapının güncel tutulmasına yönelik çalışmaların sürdürüldüğü görülmektedir. 2016 yılından itibaren Kent Bilgi Sistemi, Elektronik Belge Yönetim Sistemi ve Mekânsal Gayrimenkul Sistemi (MEGSİS) aktif olarak kullanılmaktadır. Evrak kayıplarının önlenmesi, süreçlerin hızlandırılması ve işlemlerin daha etkin yürütülmesi amacıyla dijital arşiv yönetim sistemi uygulamaya alınmıştır. Bunun yanı sıra taziye evi bilgi sistemi, toplu taşıma güzergâh ve saatleri, nöbetçi eczane bilgilendirme sistemi, hal fiyatları, e-ödeme, personel hizmetleri, çözüm masası, ihale ilanları, sosyal yardım uygulamaları, e-imar planı ve uygulamaları, e-rehber ve mezarlık bilgi sistemi gibi uygulamalar da akıllı şehir uygulamaları kapsamında değerlendirilmektedir.

Kahramanmaraş'ta genç nüfus potansiyeli ile birlikte tarım, sanayi ve hizmet sektörlerinin varlığı, özellikle deprem sonrası yeniden yapılanma süreci bağlamında akıllı şehir yönetimi açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Bununla birlikte bölge, başta deprem olmak üzere çoklu afet riski taşıyan bir alan olup, teknoloji ve sürdürülebilirlik temelli çözümlerin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda güvenli, verimli, katılımcı ve modern bir kent yapısının oluşturulabilmesi için akıllı şehir uygulamalarının önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Bu süreçte Kahramanmaraş'ta akıllı şehir uygulamalarına yönelik birçok faaliyetin hayata geçirildiği; özellikle Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'nin plan, program ve projelerinde akıllı şehir yaklaşımına yer verildiği görülmektedir. Kurum ziyaretleri ve yapılan görüşmelerden elde edilen veriler doğrultusunda bölgede yürütülen akıllı şehir faaliyetleri arasında; akıllı bisiklet yollarının yaygınlaştırılması, akıllı kavşak uygulamaları, şehir bilgi sistemi, mobil belediye uygulamaları, mezarlık bilgi sistemi ve CBS uygulamaları, SUDABİS altyapı bilgi sistemi, fiber optik altyapı ile trafik yönetimi, yayalara güvenli geçiş sistemleri, şehir kameraları, trafik bilgilendirme sistemleri, derman kart uygulaması, akıllı yaşlı bakım koordinasyon merkezi (Manevi Evlat Butonu), Yedikuyular Kayak Merkezi dijital hizmetleri, elektronik ücret toplama sistemleri, kiosk kart dolum makineleri, mobil otobüs takip uygulamaları, yolcu bilgilendirme sistemleri (Kahramankart), hızlı su ödeme sistemleri (Kaskimatik), akıllı solar direkler ile ücretsiz internet hizmeti ve atık toplama sistemleri (Atıkmatik) öne çıkmaktadır.

Kent Bilgi Sistemi, şehrin altyapı, imar ve hizmet ağlarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) üzerinden izlenmesini ve yönetilmesini sağlamaktadır. Akıllı Şehir Kahramanmaraş uygulamaları, belediyenin dijital dönüşüm vizyonunu ve stratejisini ortaya koymaktadır. E-Devlet üzerinden sunulan belediye hizmetleri ile ruhsat, vergi ve başvuru işlemlerine çevrimiçi erişim sağlanmaktadır. Akıllı solar direkler sayesinde ücretsiz internet ve şarj hizmetleri sunulurken, dijital kültür ve turizm envanteri ile şehrin kültürel değerleri tanıtılmaktadır. Ayrıca Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi mobil uygulaması ve Pusula Maraş uygulaması aracılığıyla vatandaşlara ve özellikle gençlere yönelik dijital hizmetler sunulmaktadır. Yedikuyular Kayak Merkezi'ne yönelik uygulamalar, mobil çocuk kütüphanesi, elektronik yayın platformları ve kütüphanelere çevrimiçi erişim sistemleri de bu kapsamda değerlendirilen diğer önemli uygulamalardır (Fotoğraf 2, 3 ve 4).



Fotoğraf 1. E-Belediye Uygulamaları, Ücretsiz İnternet Hizmetleri, Akıllı Bisiklet Yolu

Kültür, sanat ve spor aktiviteleri; dirençli/dayanıklı toplum; yüksek yaşam kalitesi; akıllı şehir; enerji verimliliği ve iklim değişikliğine uyum; toplumsal eşitliğe ve bağlılığa katkı ile çevre ve

sağlık gibi farklı kategorilerde, Türkiye Sağlıklı Kentler Birliği tarafından düzenlenen "Sağlıklı Şehirler En İyi Uygulama Yarışması"nda Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Sosyal Girişimcilik Merkezi (SOGEM), "Yüksek Yaşam Kalitesi" kategorisinde ödül almıştır (www.kahramanmaras.bel.tr/). Süreç dâhilinde akıllı şehir kategorisinde de ödül alınabileceği düşünülmektedir (Fotoğraf 6).



Fotoğraf 2. Elektrikli Otobüsler, Şarj Alanları

2024 yılında Japonya Uluslararası İş birliği Ajansı ile yürütülen çalışmalarda, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi "Resilient, culturally rich, and sustainable city for all" vizyonu çerçevesinde bir Build Back Better planı hazırlanmıştır. Deprem sonrasında yeniden yapılanma, afet riski yönetimi ve sürdürülebilir altyapı gibi konuları kapsayan plan dâhilinde, on yıllık süreçte yapılacak uygulamalar değerlendirilmiştir. Ulaşım ve çevre boyutlarını da kapsayan bu plan, kentin tümünü içine alan akıllı şehir yaklaşımını içeren önemli bir stratejik plan niteliğindedir (https://www.tbb.gov.tr/tr/haberler/tbb-ve-jica-destegi-ile-kahramanmarasin-yenilikci-yeniden-yapilanma-plani).

Türkiye Belediyeler Birliği ile Japonya Uluslararası İş birliği Ajansı desteği kapsamında yürütülen, afetlere dirençlilik ve sürdürülebilir atık yönetimi konularında kritik bir ihtiyacı karşılamak amacıyla tasarlanan "Yerelde Afet Risk Azaltma ve Atık Yönetimi Kapasitesinin Artırılması Projesi" hazırlanmış ve "Yenilikçi Yeniden Yapılanma Planı" kapsamında çalışmalar başlatılmıştır.

6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde meydana gelen depremlerin ardından, etkilenen bölgelerde iyileştirme ve yeniden yapılanma planlamaları yapılmış; kentlerin planlama boyutlarına yönelik teknik destek çalışmaları yürütülmüştür. Bu yeniden yapılanma süreci kapsamında Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi pilot belediye olarak değerlendirmeye alınmıştır. Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi (2015–2030) ile uyumlu "Yenilikçi Yeniden Yapılanma" planının çalışmaları Şubat 2024'te taslak olarak kamuoyu ile paylaşılmıştır (UCLG-MEWA, 2015).

Stratejik plan çerçevesinde; plan değerlendirmeleri, katılımcılık süreçleri, deprem hasar analizi, paydaş analizi, kentsel dönüşüm politikaları ve altyapı analizleri gibi başlıklarda kapsamlı

değerlendirmeler yapılmış; Kahramanmaraş'ın afetlere karşı dirençliliğini artıracak ve sürdürülebilir kalkınmasını destekleyecek politika önerileri geliştirilmiştir. Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'nin resmi internet sitesinde kamuoyunun erişimine açılan bu plan, TBB ve JICA öncülüğünde, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile yakın koordinasyon içinde yürütülen iş birliği ile sonuçlandırılmıştır. Haziran 2025 sonuç raporunda, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi (KBB), Türkiye Belediyeler Birliği (TBB) ve T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) kapsamında Türkiye'de Yerelde Afet Riski Azaltma ve Atık Yönetimi Kapasitesinin Artırılması Projesi çerçevesinde kentsel planlama yoluyla toparlanma ve yeniden yapılanma planına yönelik teknik destekler sağlanmıştır (https://www.tbb.gov.tr/tr/haberler/tbb-ve-jica-destegi-ile-kahramanmarasin-yenilikci-yeniden-yapilanma-plani).



Fotoğraf 3. Akıllı Durak, Kahramanmaraş Kent İçi Ulaşım Mobil Uygulaması

Deprem sonrası iyileştirme süreci dışında, gelecekteki potansiyel afet risklerinin de azaltılmasına katkı sağlayacak olan bu plan, Türkiye'de afetler sonrasında uzun vadeli uygulanabilecek stratejilerin ortaya konulması açısından da önem taşımaktadır. Rapor kapsamında Japonya Uluslararası İş birliği Ajansı tarafından Kahramanmaraş şehrinin ideal kent vizyonu; akıllı, kapsayıcı ve sürdürülebilir bir yapı çerçevesinde ele alınmıştır. Bu vizyon doğrultusunda akıllı teknolojilerin entegre edilmesi, kapsayıcılığın benimsenmesi, yenilikçiliğin, erişilebilirliğin ve tüm vatandaşlar için eşit fırsatların teşvik edilmesi hedeflenmektedir.

Ayrıca raporda; yenilenebilir enerjinin kullanımı, yüksek verimli ekipmanlar ve akıllı teknolojilerin teşviki, su temini ve kanalizasyon hizmetlerinde işletme ve bakım süreçlerinin iyileştirilmesi gibi unsurlar yer almaktadır. Bununla birlikte Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve akıllı plan arşiv sisteminin kurulması, yazılım ve akıllı şehir uygulamalarının geliştirilmesi, dijital dönüşümün hızlandırılması, veri güvenliğinin sağlanması ve akıllı şehir uygulamalarının hayata geçirilmesi de vurgulanmaktadır (Fotoğraf 5).

Bu kapsamda, sürdürülebilir ve akıllı şehir yaklaşımı doğrultusunda yenilenebilir enerji kullanımının artırılması, yüksek verimli ekipmanların yaygınlaştırılması ve akıllı teknolojilerin teşvik edilmesi temel hedefler arasında yer almaktadır (https://kahramanmaras.bel.tr/haber/2024/03/05/yenilikci-yeniden-yapilanma-plani).



Fotoğraf 4. Kahramanmaraş akıllı kavşak uygulamaları

Kahramanmaraş'ta şehir merkezinin ve ilçelerin altyapısının yenilenmesi amacıyla 2.300 km uzunluğunda içme suyu, kanalizasyon ve yağmur suyu hattı yapımına başlanmıştır. Bu çalışma, akıllı şehir kapsamında "akıllı altyapı" tanımı içerisinde değerlendirilmektedir. Zira söz konusu uygulamalar, bölgede deprem ve diğer doğal afet risklerine karşı dayanıklılığın artırılması ve verimli su yönetimi ilkeleri doğrultusunda yürütülmektedir.



Fotoğraf 5. Kahramanmaraş Dijital Kültür Envanteri, Kahramanmaraş İstiklal Madalyası

Kahramanmaraş'ın dirençli, çevreci ve akıllı şehir dönüşümünü tamamlaması, kentin ekonomik, çevresel, sosyal ve yönetsel açıdan çok boyutlu kazanımlar elde etmesi anlamına gelmektedir. Kahramanmaraş'ta ulaşım, altyapı yenileme, çevreci ulaşım ve kentsel deneyim alanları gibi akıllı şehir bileşenlerine yönelik uygulamalar aktif olarak yürütülmekle birlikte, akıllı nitelikte sensör, bağlantı ve analiz bileşenlerinin yeterli düzeyde olmaması bazı problemlere yol açmaktadır. Bununla birlikte şehrin akıllı şehir olması, yalnızca teknoloji yatırımı değil; aynı zamanda insan odaklı, çevre dostu ve veri temelli bir şehir yönetimi kültürünün oluşturulmasını da sağlayacağı düşünülmektedir.

Çevreci ve erişilebilir ulaşım kapsamında, deprem sonrası şehre 15 adet elektrikli otobüs ve 7 adet şarj istasyonu kazandırılmıştır. Sıfır karbon emisyonlu bu otobüsler, engelli bireylerin

erişimine de uygundur. Elektrikli otobüsler ve bisiklet yolları sayesinde karbon salınımında azalma sağlanmıştır (Fotoğraf 2). Akıllı yaşlı bakım ve koordinasyon merkezi, yaşlı bireylerin bakım süreçlerinde akıllı kent uygulamalarının yenilikçi ve sürdürülebilir biçimde etkin hizmet sunduğunu göstermektedir.

Şehirsel yaşam kalitesinin artırılması kapsamında belediye hizmetlerine mobil uygulamalar veya e-Devlet üzerinden 7/24 erişim sağlanmakta; otobüs saatleri, park yerleri ve hava kalitesi gibi bilgiler gerçek zamanlı olarak takip edilebilmektedir. Aynı şekilde enerji verimliliği ve maliyetlerin azaltılması amacıyla su şebekelerinde sensörler aracılığıyla kayıp-kaçak tespiti yapılabilmektedir. Sensörlü LED aydınlatma sistemleri sayesinde akıllı aydınlatma uygulamaları enerji tüketimini %40–60 oranında azaltmaktadır.

Bununla birlikte bina güvenliği, altyapı durumu ve toplanma alanları dijital sistemler üzerinden izlenmektedir. Hava, su ve gürültü kirliliği sensörler aracılığıyla sürekli olarak takip edilmektedir. Akıllı sulama sistemleri ile yeşil alanlarda su tasarrufu sağlanmaktadır. Şikâyet, öneri ve arıza bildirimleri mobil uygulamalar üzerinden hızlı bir şekilde iletilebilmektedir. Katılımcı, şeffaf ve hızlı belediye yönetimi sayesinde afet anlarında yerel halk mobil uygulamalar aracılığıyla doğru bilgiye hızlı bir şekilde erişebilmektedir. Dolayısıyla Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'nin resmi internet sitesi verileri doğrultusunda akıllı şehir unsurlarının önemli bir kısmının mevcut olduğu belirlenmekle birlikte, e-katılımın etkinliğinin artırılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için bilgi ve iletişim teknolojilerinin katılımcı bir araç olarak daha yaygın şekilde kullanılması gerektiği değerlendirilmektedir (https://kahramanmaras.bel.tr; Avşar, 2025; Bulut ve Aslan, 2018).

Kürkcüoğlu ve Baş (2025) tarafından Türkiye'deki 30 büyükşehirde farklı karar destek modelleri ve çeşitli objektif kriter ağırlıklandırma yöntemleri kullanılarak geliştirilen akıllı şehir endeks sistemi çalışmasında ise, 6 Şubat 2023 depremlerinden en çok etkilenen illerden biri olması nedeniyle Hatay, Malatya ve Kahramanmaraş'ın genellikle en düşük performans gösteren şehirler arasında yer aldığı ve 81 il içerisinde son sıralarda konumlandığı belirlenmiştir.



Fotoğraf 6. Kahramanmaraş Dijital Kurtuluş Müzesi, Panoroma Müzesi

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Akıllı şehir; teknolojiyi, veriyi ve yenilikçi çözümleri kullanarak kentsel yaşamı daha sürdürülebilir, verimli ve yaşanabilir hâle getiren şehir modelidir. Fiziksel, sosyal ve dijital sistemleri bir arada yönetmek, kaynakları etkin kullanmak, hizmetleri bütüncül şekilde sunmak ve şehirdeki yaşam kalitesini artırmak temel amaçlar arasında yer almaktadır. Yaşadığımız coğrafya, geçmişten günümüze insan ve mekân arasındaki süregelen ilişkiyi değerlendirmekle birlikte, bu etkileşim kentleşmenin artmasına bağlı olarak her geçen gün daha da artmaktadır. Dolayısıyla bilgi ve iletişim teknolojilerinin kentte uygulanması, akıllı şehir olmak için tek başına yeterli değildir. Eğitim, sosyal ve beşerî sermaye ile çevre unsurları akıllı şehir uygulamaları açısından büyük önem taşımaktadır. Tüm bu bileşenler dikkate alınarak oluşturulan katılımcı bir yönetim modeli çerçevesinde kentlerin akıllı şehir olabileceği ifade edilmektedir (Şahin ve Yılmaz, 2019). Akıllı şehir kavramı, teknolojiyi enerji verimliliğini sağlamak, çevreyi korumak, yaşam kalitesini artırmak ve katılımcı yönetimi güçlendirmek amacıyla kullanmayı ifade etmektedir. Bu bağlamda akıllı şehirler, vatandaşlara yönelik hizmetlerin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla ortaya çıkmıştır.

Son dönemde yaşanan nüfus artışı ve buna bağlı olarak kentlerin çoğalması, yerel halkın sorumlu birimlerden daha kaliteli hizmet talep etmesine neden olmaktadır. Dünyanın teknolojiye doğru hızlı geçişi de akıllı şehirleri çok daha önemli hâle getirmektedir. Şehirlerde coğrafya ve akıllı şehir kavramları birbiriyle yakından ilişkilidir. Bu durumun geleceğin dijital dünyasında çok daha önemli olacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla Kahramanmaraş'ın bu sürece en kısa zamanda ve projeler kapsamında hızlı bir şekilde adaptasyon sağlaması gerekmektedir. Akıllı şehir olmak, artık bir tercih olmaktan ziyade bir zorunluluk hâline gelmiştir. Şehir yönetimini güçlendiren, teknolojiyi kullanan ve yerel halkla birlikte yürütülen bu sürecin bölgede etkin bir şekilde uygulanması elzemdir.

Bulunduğu konum itibarıyla kültürel, sosyo-ekonomik ve coğrafi açıdan önemli bir şehir olan Kahramanmaraş, özellikle son yıllarda yaşanan deprem süreçleri, hızlı kentleşme dinamikleri ve artan çevresel baskılar nedeniyle akıllı şehir çözümlerine ihtiyaç duymaktadır. Akıllı şehir uygulamaları, Kahramanmaraş'ın teknolojik, ekonomik, çevresel ve kültürel dönüşümünü sağlayabilecek potansiyele sahiptir. Bu süreç, şehrin verimli, dirençli, sürdürülebilir, güvenli ve yaşanabilir bir kent olmasına katkı sağlayacaktır. Kahramanmaraş, deprem sonrası yeniden yapılanma süreci, artan nüfus ve gelişen kentsel ihtiyaçlar nedeniyle teknolojiyi merkeze alan bir dönüşüme ihtiyaç duymakta olup; güvenlik, ulaşım, enerji, çevre, yönetişim ve afet yönetimi

alanlarında geliştirilecek yeni teknolojik çözümler, akıllı şehir uygulamalarının daha güvenli, verimli ve sürdürülebilir olmasını sağlayacaktır.

Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'nin stratejik planında akıllı kent bileşenlerine yönelik ulaşım ve kentsel hizmetler alanındaki uygulamalara yer verilmekte olup, akıllı şehir ve bileşenlerine yönelik çalışmalar faaliyet raporlarında da görülmektedir. Avşar (2025) çalışmasında belirtildiği üzere, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'nin akıllı kent uygulamalarını hayata geçirme sürecinde aktif bir şekilde çalıştığı görülmektedir. Yine Avşar (2025) Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi personelinin akıllı kent uygulamalarına yönelik yaklaşımlarını ve tutumlarını incelediği çalışmasında, personelin akıllı şehir uygulamalarına yönelik tutum ve yaklaşımlarının orta düzeyde (min. 3.41–max. 3.73) olduğu, belediyenin akıllı kent uygulamalarında öne çıkan durumların personel tutumlarıyla da örtüştüğü belirlenmiştir.

Şehirlerin teknolojiye erişimi, ekonomik yapıları, yerel yönetimlerin mali gücü ve büyükşehir statüsüne sahip olmaları akıllı şehir uygulamalarında avantaj sağlamaktadır. Örneğin Gaziantep, Hatay'a göre daha erken büyükşehir statüsü kazanmış; bu durum daha güçlü mali imkânlara sahip olmasını sağlayarak akıllı şehir uygulamalarını daha hızlı ve yaygın şekilde hayata geçirmesine imkân tanımıştır (Bulut ve Adıgüzel, 2023). Bu bağlamda Kahramanmaraş'ın 2012 yılından bu yana büyükşehir statüsüne sahip olması, akıllı şehir uygulamalarının etkinliği açısından önemli bir avantajdır.

Kılıç (2025) çalışmasında, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'nin bilgi teknolojisi, donanım, yazılım ve e-belediye uygulamaları açısından gerekli internet altyapısının büyük ölçüde sağlandığı ve aktif olarak kullanıldığı ifade edilmektedir. Ancak belediyenin bilişim teknolojileri alanındaki hukuki yapı, ekonomik ve teknolojik altyapı ile personel eğitimi ve yöneticilerin teknolojiye duyarlılığı gibi unsurların güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu nedenle Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'nin akıllı şehir uygulamaları kapsamında daha aktif bir konumda olması gerektiği değerlendirilmektedir.

Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi yetkilileri ile yapılan görüşmeler ve belediyenin web sitesi verileri doğrultusunda; şehir güvenliğini artırma, yaşam kalitesini yükseltme, kaynakları verimli kullanma ve Kahramanmaraş'ı teknoloji tabanlı bir bölgesel çekim merkezi hâline getirme hedeflerinin bulunduğu; 2025–2030 döneminde akıllı şehir dönüşümünün sistematik bir şekilde gerçekleştirilmesinin amaçlandığı belirlenmiştir.

Kahramanmaraş'ın 2030 yılı vizyonunda; teknolojiyi, doğayı ve insanı merkeze alan, afetlere dirençli, çevreci, katılımcı ve yenilikçi bir kent olması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda "Kahramanmaraş Akıllı Şehir 2030 Vizyonu" oluşturulabilir. Ayrıca ekonomi ve yenilikçilik

alanında yerel teknoloji ekosistemini geliştirmek amacıyla Smart City Teknokent, start-up destek programları ve IoT inovasyon yarışmaları düzenlenebilir. Kültür, eğitim ve sosyal yaşam alanlarında dijital erişimi güçlendirmek için dijital müze rehberleri, e-kütüphaneler, artırılmış gerçeklik uygulamaları ve akıllı turizm uygulamaları geliştirilebilir (Fotoğraf 5–6).

Bununla birlikte Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi, DOĞAKA, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ve İstiklal Üniversitesi, sivil toplum kuruluşları, TÜBİTAK, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, özel sektör ve yerel halk arasında dijital platformlar oluşturularak iş birliği güçlendirilebilir. AB fonları, kamu-özel ortaklıkları ve Ar-Ge destekleri ile finansman çeşitlendirilebilir. Şehirde akıllı kent vizyonunun kültürel ve toplumsal boyutlarını güçlendirecek projeler geliştirilebilir. Sonuç olarak Kahramanmaraş, akıllı şehir uygulamaları kapsamında yalnızca teknolojik bir dönüşüm değil; aynı zamanda insanı, doğayı ve kültürü merkeze alan bir yaşam modeli ile daha çevreci, daha güvenli, daha erişilebilir ve daha yenilikçi bir şehir kimliğine sahip olacaktır.

KAYNAKÇA

Akşit, A. (2018). Postmodern yerleşmelere doğru: Akıllı kentler. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies, 1*(1), 1–11.

AFAD. (2023). *06 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw 7.7 ve Elbistan (Kahramanmaraş) Mw 7.6 depremlerine ilişkin ön değerlendirme raporu*. https://www.afad.gov.tr

Ashwini, B. P., Savithramma, R. M., & Sumathi, R. (2022). Artificial intelligence in smart city applications: An overview. In *2022 6th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)* (pp. 986–993).

Avşar, Y. (2025). Akıllı kent bileşenleri bağlamında büyükşehir belediyelerinin akıllı kent yaklaşımı. *Politik Ekonomik Kuram, 9*(2), 687–706.

Bilici, Z., ve Babahanoğlu, V. (2018). Akıllı kent uygulamaları ve Konya örneği. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 9*(2), 124–139.

Bulut, A., ve Adıgüzel, Ş. (2023). Akıllı kent yaklaşımı ve büyükşehir belediyelerinde uygulama imkânları: Gaziantep ve Hatay büyükşehir belediyeleri örnekleri. *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi, 6*(2).

Bulut, Y., ve Aslan, M. M. (2018). Akıllı kentler ve sağlık hizmetleri: Akıllı yaşlı bakım ve koordinasyon merkezi örneği. In *Kent yönetiminde yeni yaklaşımlar ve etkin belediyecilik uygulamaları* (ss. 1130–1137). Nobel Yayıncılık.

Çakıcı, K., ve Özaslan Kızılboğa, R. (2021). Birleşmiş milletler 2030 sürdürülebilir kalkınma amaçlarının akıllı kent uygulamalarındaki karşılığı: İstanbul büyükşehir belediyesi örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 12*(2), 209–233.

Çetin, M., ve Çiftçi, Ç. (2019). Literatüre göre dünya ve ülkemizden örneklerle akıllı kent kavramının irdelenmesi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 2*(3), 134–143.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2019a). *Akıllı şehir nedir?* https://www.akillisehirler.gov.tr/akilli-sehir-nedir/

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2024). *2024–2030 akıllı şehirler stratejisi ve eylem planı*. https://www.akillisehirler.gov.tr

Deloitte. (2015). *Smart cities: A Deloitte point of view*. https://www2.deloitte.com

Erdoğan, G. (2019). Akıllı kent göstergeleri ve stratejileri. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi, 4*(2), 1–23.

Ghosh, P., ve Mahesh, T. R. (2015). Smart city: Concept and challenges. *International Journal on Advances in Engineering, Technology and Science, 1*(1).

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., ve Meijers, E. (2007). *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*. Vienna University of Technology.

Karasar, N. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Nobel Yayınları.

Karlı, R. G. Ö., ve Açıksöz, S. (2021). Akıllı kent yönetişimi ve yaşayan laboratuvarlar. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5*(2), 335–350.

KENTGES. (2010). *Bütünleşik kentsel gelişme stratejisi ve eylem planı (2010–2023)*. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Kılıç, D. (2025). Büyükşehir belediyelerinde e-yönetişim ve e-belediyecilik uygulamaları: Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi örneği. *Türk Kamu Yönetimi Dergisi, 6*(1), 12–25.

Kılınç, A. (2019). Akıllı kent: Öğreten kentlerden öğrenen kentlilere. *Gaziantep University Journal of Social Sciences, 18*(3), 1101–1112.

Kürkcüoğlu, N. Z., ve Baş, M. (2025). Marka yönetiminde akıllı şehirler ve Türkiye'deki büyükşehirlerin akıllı şehir sıralaması. *İşletme Araştırmaları Dergisi, 17*(1), 440–458.

Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., ve Yousef, W. (2012). Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research, 25*(2), 137–149.

Mirghaemi, S. A. (2019). Akıllı kentler üzerine bir inceleme: Türkiye örneği. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12*(2), 37–46.

Oliveira, Á., ve Campolargo, M. (2015). From smart cities to human smart cities. In *2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 2336–2344).

Örselli, E., ve Akbay, C. (2019). Teknoloji ve kent yaşamında dönüşüm: Akıllı kentler. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 2*(1), 228–241.

Silik, C. E., ve Akgül, S. Ö. (2021). Akıllı şehir endeksi kapsamında Ankara'ya ilişkin karşılaştırmalı bir analiz. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi, 5*(1), 542–557.

Şahin, A., ve Yılmaz, F. H. (2019). Akıllı kent uygulamaları: Stockholm ve Bursa üzerinden bir değerlendirme. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research, 6*(43), 2897–2915.

Taş, İ. E., Avşar, Y., ve Durgun, S. (2022). Belediyelerin değişen dünyaya uyumu: Dijital şeffaflığa doğru. *KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 19*(3), 1674–1688.

TÜİK. (2025). *Türkiye istatistik kurumu verileri*. https://www.tuik.gov.tr

Varol, Ç. (2017). Sürdürülebilir gelişmede akıllı kent yaklaşımı: Ankara'daki belediyelerin uygulamaları. *Çağdaş Yerel Yönetimler, 26*(1), 43–58.

Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

Yimsek, F. S., ve Yakar, M. (2023). Akıllı kentlere genel bir bakış. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi, 5*(1), 49–56.

Web Kaynakları

Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi. (2026). *Akıllı şehir Kahramanmaraş*. https://kahramanmaras.bel.tr/akilli-sehir-kahramanmaras

Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi. (2026). *Kent bilgi sistemi*. http://kahramanmaras.bel.tr/kent-bilgi-sistemi

Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi. (2026). *Stratejik plan*. https://kahramanmaras.bel.tr/stratejik-plan

Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi. (2024). *2024 yılı performans programı*. https://www.kahramanmaras.bel.tr/kurumsal/performans-programlari/2024-yili-performans-programi

Türkiye Belediyeler Birliği. (2024). *Kahramanmaraş'ın yenilikçi yeniden yapılanma planı*. https://www.tbb.gov.tr

GEBEN VADİSİ MİLLİ PARKININ DOĞAL, TARİHÎ VE KÜLTÜREL MİRAS POTANSİYELİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TURİZM AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Nadire KARADEMİR[1]
[1]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü
ORCID ID: 0000-0002-5850-0580
PhD Feray TOPCU[2]
[2]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü
ORCID ID: 0000-0001-9974-8104

ÖZET

Millî parklar, doğal ve kültürel mirasın korunması ile sürdürülebilir turizmin geliştirilmesi açısından önemli korunan alanlardır. Bu çalışma, Kahramanmaraş ili sınırlarında yer alan Geben Vadisi Millî Parkı'nın doğal, tarihî ve kültürel kaynak değerlerini ortaya koymak ve söz konusu alanın turizm potansiyelini sürdürülebilirlik perspektifinde değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş; gözlem ve doküman analizi tekniklerinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda literatür incelemesi, resmi kurum raporları, gelişim planları ve saha gözlemleri birlikte değerlendirilmiştir.

Araştırma bulguları, Geben Vadisi Millî Parkı'nın yüksek biyolojik çeşitliliğe sahip olduğunu ve 603 bitki türü ile zengin flora yapısı sunduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, bölgenin İran-Turan ve Akdeniz fitocoğrafik bölgeleri arasında geçiş alanında bulunması ekosistem çeşitliliğini artırmaktadır. Alan, yaban hayatı çeşitliliği, endemik tür varlığı, karstik oluşumlar ve tarihi kalıntılar ile dikkat çekmekte; trekking, kampçılık, kuş gözlemciliği ve kültür turizmi gibi alternatif turizm faaliyetleri açısından da önemli bir potansiyel barındırmaktadır. Ancak altyapı eksiklikleri, yönetim planlarının yeni olması ve yerel halkın bilinç düzeyinin yetersizliği gibi bazı sınırlılıklar da tespit edilmiştir. Geben Vadisi Millî Parkı'nın sürdürülebilir turizm kapsamında değerlendirilmesi, koruma/kullanma dengesinin sağlanması ve yerel halkın sürece aktif katılımının desteklenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda planlı turizm gelişimi ve etkin yönetim stratejileri ile bölgenin hem korunması hem de yerelde ekonomik katkı sağlaması mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Geben Vadisi Millî Parkı, Kahramanmaraş, sürdürülebilir turizm, biyolojik çeşitlilik, alternatif turizm

AN ASSESSMENT OF THE NATURAL, HİSTORİCAL, AND CULTURAL HERİTAGE POTENTİAL OF GEBEN VALLEY NATİONAL PARK FROM THE PERSPECTİVE OF SUSTAİNABLE TOURİSM

ABSTRACT

National parks are important protected areas for the conservation of natural and cultural heritage and the development of sustainable tourism. This study was conducted to identify the natural, historical, and cultural resource values of Geben Valley National Park, located within the borders of Kahramanmaraş Province, and to assess the tourism potential of the area from a sustainability perspective. A qualitative research method was adopted in the study, utilizing observation and document analysis techniques. Within this scope, a literature review, official institutional reports, development plans, and field observations were evaluated together.

Research findings indicate that Geben Valley National Park possesses high biological diversity and boasts a rich flora comprising 603 plant species. Furthermore, the region's location at the transition zone between the Iranian-Turan and Mediterranean phytogeographic regions enhances ecosystem diversity. The area stands out for its wildlife diversity, presence of endemic species, karst formations, and historical remains; it also holds significant potential for alternative tourism activities such as hiking, camping, birdwatching, and cultural tourism. However, certain limitations have been identified, including infrastructure deficiencies, the recent adoption of management plans, and insufficient awareness among the local population. Evaluating Geben Valley National Park within the framework of sustainable tourism, ensuring a balance between conservation and use, and supporting the active participation of the local community are of great importance. In this regard, through planned tourism development and effective management strategies, it will be possible to both protect the region and generate economic benefits for the local community.

Keywords: Geben Valley National Park, Kahramanmaraş, sustainable tourism, biodiversity, alternative tourism

1. GİRİŞ

Günümüzde korunan alanlara olan ilgi giderek daha görünür hâle gelmekte, buna paralel olarak bu alanların sayısında da artış yaşanmaktadır. Yerel halkın, kamu kurum ve kuruluşlarının ve genel anlamda toplumların kültürel gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi olan bu alanlar, çevre bilincinin her geçen gün arttığını ortaya koymaktadır. Şehirleşmenin artması, nüfus yapısındaki değişim, trafik yoğunluğu, iş yaşamının getirdiği stres gibi unsurlar bireylerin doğal ortamlara yönelme ve rekreatif faaliyetlere katılma isteğini artırmıştır. Bu bağlamda bireyler, milli park gibi korunan alanlara yalnızca gezmek ve eğlenmek amacıyla değil, aynı zamanda

kalabalıklardan uzaklaşıp dinlenmek ve doğayla bütünleşmek amacıyla yönelmektedir. Bu alanlarda rekreatif faaliyetler kapsamında eko-turizm, macera turizmi, dağcılık, kampçılık, botanik gezileri, doğa fotoğrafçılığı, balıkçılık, bisiklet, balon, rafting, at binme, kuş gözlemciliği, yayla turizmi, mağara turizmi, safari, kano, trekking gibi çok çeşitli doğal, tarihi ve kültürel aktiviteler gerçekleştirilmektedir.

Korunan alanlar, doğanın ekosistem hizmetleri ve kültürel değerleriyle birlikte uzun vadeli korunmasını sağlamak amacıyla yasal veya etkili diğer araçlarla ayrılmış, sınırları belirlenmiş ve yönetilen coğrafi alanlar olarak tanımlanmaktadır (Dudley vd., 2008). Dünya Koruma Birliği (IUCN)'ne göre farklı kategorilere ayrılan bu alanlar içerisinde, ekosistemin korunması ve rekreasyonel kullanım açısından millî parklar önemli bir yere sahiptir (Kervankıran ve Eryılmaz, 2015). Türkiye'de ise 2873 sayılı Millî Parklar Kanunu kapsamında millî park, tabiat parkı, tabiat anıtı ve tabiatı koruma alanı gibi farklı statüler yer almakta; ayrıca Ramsar alanları, biyosfer rezervleri, özel çevre koruma bölgeleri ve jeoparklar da korunan alanlar arasında değerlendirilmektedir. Türkiye'de korunan kara ve deniz alanlarının toplam yüzölçümüne oranı 2012 yılında %7,8 iken, 2022 yılında %13,73'e yükselmiştir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). Bu artış önemli olmakla birlikte, 2050 yılına kadar dünya yüzeyinin yarısının korunması gerektiği yönündeki küresel hedefler dikkate alındığında, korunan alanların önemi daha da artmaktadır (Arı, 2024).

Korunan alanlar temel olarak doğanın ve kültürün korunmasını amaçlamakta, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlamayı hedeflemektedir. Bu alanlardan biri olan millî parklar, sahip oldukları doğal ve kültürel değerler sayesinde turizm ve rekreasyon faaliyetleri açısından büyük önem taşımaktadır (Kervankıran ve Eryılmaz, 2016:176). Millî parklar yalnızca mevcut değerleri korumakla kalmayıp, aynı zamanda bu değerlerin turizm aracılığıyla ulusal ve uluslararası düzeyde tanıtılmasını da sağlamaktadır. Bu bağlamda korunan alanların temel amacı biyolojik çeşitliliğin korunması olmakla birlikte, önemli işlevlerinden biri de turizmdir (Erdoğan, 2010; Bushell ve Bricker, 2017; Türkmen ve Dönmez, 2015; Çalık ve Pir, 2019). Günümüzde alternatif turizm türlerinin büyük bir kısmı bu alanlarda gerçekleşmekte olup, korunan alanlar hem doğal hem de kültürel miras değerlerini bir arada barındırmaktadır. Doğal unsurlar doğal miras, kültürel unsurlar ise somut ve somut olmayan kültürel miras kapsamında değerlendirilmekte ve her iki unsurun da eşit derecede korunması gerekmektedir. Bu yaklaşım, eko-turizm ile birlikte biyokültürel turizm anlayışının temelini oluşturmaktadır (Arı, 2025).

Türkiye'de korunan alanlar; 2873 sayılı Millî Parklar Kanunu, 6831 sayılı Orman Kanunu, 2872 sayılı Çevre Kanunu, 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu, 3194 sayılı İmar Kanunu ve 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu kapsamında ilan edilmekte ve yönetilmektedir. Bu süreçte Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile Tarım ve Orman Bakanlığı yetkili kurumlar olarak görev yapmaktadır. Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) tarafından korunan alanlar farklı sınıflandırmalar altında değerlendirilmektedir (Yıldız ve Aydın, 2023:28).

Millî parklarda rekreatif faaliyetlerin yanı sıra doğa ile uyumlu bir şekilde gerçekleştirilen eko-turizm faaliyetleri de yaygın olarak yapılmaktadır. Eko-turizm; bilimsel, kültürel, kırsal ve macera turizmi gibi farklı turizm türleriyle iç içe geçmiş sürdürülebilir bir modeldir (Wearing ve Neil, 2009). Bu model, yerel toplulukların desteklenmesini sağlarken çevrenin korunmasına da katkı sunmaktadır (Pham ve Khanh, 2021). Doğal çekim unsurları arasında dağlar, kanyonlar, mağaralar, ormanlar, göller ve şelaleler yer alırken; tarih, gastronomi, folklor ve yerel festivaller kültürel çekim unsurlarını oluşturmaktadır. Bu unsurlar, eko-turizmin temel bileşenlerini meydana getirmektedir (Türk ve Tokmak, 2017; Tapur vd., 2021).

Türkiye Turizm Stratejisi 2023'te, alternatif turizm türlerinin geliştirilmesi ve yerel halkın bilinçlendirilmesi ile sürdürülebilir kalkınmanın destekleneceği ifade edilmektedir (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2007). Bu kapsamda millî parklar, alternatif turizm faaliyetlerinin uygulanabilirliği açısından önemli alanlar olarak öne çıkmaktadır (Dikmenli vd., 2018; Kervankıran ve Kılıç, 2017; Kılıç ve Kervankıran, 2019).

Dünya genelinde ilk millî park 1872 yılında ABD'de Yellowstone olarak ilan edilmiş, daha sonra Avustralya, Kanada ve Yeni Zelanda'da da benzer uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Avrupa'daki ilk millî park ise 1909 yılında İsveç'te ilan edilmiştir (Doğru ve Aydın, 2019). Türkiye'de ise millî park kavramı ilk olarak Selahattin İnal tarafından gündeme getirilmiş, 1983 yılında çıkarılan 2873 sayılı Millî Parklar Kanunu ile yasal statü kazanmıştır (Demir ve Çevirgen, 2006). Bu kapsamda millî parklar; bilimsel ve estetik açıdan değerli, ulusal ve uluslararası öneme sahip doğal alanlar olarak tanımlanmıştır (Resmî Gazete, 1983).

Türkiye'de ilk millî park 1958 yılında ilan edilen Yozgat Çamlığı Millî Parkı'dır. 2025 yılı itibarıyla Türkiye'de millî park sayısı 50'ye, toplam korunan alan sayısı ise 679'a ulaşmıştır. Bu kapsamda, 30 Mayıs 2025 tarihinde Resmî Gazete'de yayımlanan kararla Geben Vadisi Millî Parkı da korunan alanlar arasına alınmıştır. Söz konusu millî park, Kahramanmaraş il sınırları içerisinde yer almakta olup, doğal, tarihi ve kültürel değerleri ile dikkat çeken önemli bir turizm alanıdır.

Bu çalışmanın amacı; hem korunan alan hem de turizm alanı statüsünde olan Geben Vadisi Millî Parkı'nın doğal, tarihi ve kültürel kaynak değerlerini ortaya koymak, mevcut turizm potansiyelini değerlendirmek ve sürdürülebilir turizm gelişimi açısından öneriler sunmaktır. Bu doğrultuda çalışmanın ilk bölümünde korunan alanlar ve millî parkların kavramsal çerçevesi ele alınmış, ikinci bölümde Geben Vadisi Millî Parkı'nın fiziki ve beşeri coğrafya özellikleri incelenmiş, son bölümde ise koruma-kullanma dengesi çerçevesinde sürdürülebilir turizm kapsamında yapılabilecekler değerlendirilmiştir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, araştırma amacına uygun olarak nitel araştırma yöntemi benimsenmiştir. Nitel araştırma, olgu ve olayların doğal ortamında derinlemesine incelenmesine olanak tanıyan bir yaklaşım olup, özellikle mekânsal ve çevresel süreçlerin analizinde önemli bir yöntemdir. Bu kapsamda çalışmada gözlem ve doküman analizi tekniklerinden yararlanılmıştır.

Doküman analizi, araştırılması hedeflenen olgu ve olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin sistematik bir şekilde incelenmesini ifade etmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 1999). Bu doğrultuda çalışma kapsamında Geben Vadisi Millî Parkı ve çevresine ilişkin hazırlanmış bilimsel çalışmalar, uzun devreli gelişim planları, sürdürülebilir turizm ve ziyaretçi yönetim planları, kurumsal raporlar ve çeşitli proje dokümanları detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca konuya ilişkin ulusal ve uluslararası literatür taranarak ikincil veri kaynaklarından yararlanılmıştır.

Araştırmada saha gözlemleri önemli bir yer tutmaktadır. Bu kapsamda millî park alanı ve çevresinde yerinde gözlemler gerçekleştirilmiş, alanın doğal, coğrafi ve turistik özellikleri doğrudan incelenmiştir. Gözlemler sırasında alan kullanımı, ziyaretçi hareketliliği, mevcut altyapı durumu ve turizm faaliyetleri değerlendirilmiş, elde edilen bulgular sistematik bir şekilde kayıt altına alınmıştır.

Çalışmada kullanılan sayısal veriler, Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bunun yanı sıra, korunan alanlara ilişkin yasal düzenlemeler (kanun, yönetmelik ve mevzuatlar) incelenerek ekolojik ve yönetsel açıdan değerlendirilmiştir. Elde edilen tüm veriler nitel veri analiz teknikleri çerçevesinde bütüncül bir yaklaşımla analiz edilmiş, farklı veri kaynaklarından elde edilen bulgular karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Bu sayede araştırmanın tutarlılığı ve bilimsel geçerliliği artırılmaya çalışılmıştır.

3. BULGULAR

Geben Vadisi Millî Parkı, Kahramanmaraş'ın Onikişubat (%49), Andırın (%33) ve Göksun (%18) ilçeleri arasında uzanan yaklaşık 20 bin hektarlık (20.323,97 ha / yaklaşık 203,24 km²) bir alanı kapsamaktadır. Yüzölçümünün genişliği kadar sahip olduğu doğal ve kültürel zenginlikler de alanın önemini artırmaktadır. Park, 83'ü endemik olmak üzere (yaklaşık %13,7 endemizm oranı) toplam 603 bitki türüne ev sahipliği yapmakta olup, zengin flora ve fauna çeşitliliği ile dikkat çeken önemli bir ekosistem alanıdır (https://bolge15.tarimorman.gov.tr/Menu/82/Milli-Parklar).

Geben Vadisi Millî Parkı, Kahramanmaraş şehir merkezine yaklaşık 80 km uzaklıkta yer almakta olup, özellikle Andırın ilçesine bağlı Geben Mahallesi ve çevresi parkın çekirdek alanını oluşturmaktadır. Alan, Orta Toroslar'ın doğu uzantıları üzerinde konumlanmakta; derin vadiler, dik yamaçlar ve yüksek yaylalar gibi belirgin topoğrafik özellikler sergilemektedir. Yükselti farklılıkları, mikroklima alanlarının oluşmasına katkı sağlamakta ve bu durum biyolojik çeşitliliğin artmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca park, Türkiye'nin önemli ekolojik koridorlarından biri olan Anadolu Çaprazı üzerinde, İran-Turan ve Akdeniz fitocoğrafik bölgelerinin geçiş alanında yer almakta olup bu durum biyolojik çeşitliliği artıran temel unsurlardan biridir (https://bolge15.tarimorman.gov.tr/Menu/82/Milli-Parklar) (Fotoğraf 1).

Kayranlı Dağı, Turna Dağı, Meryemçil Beli, Meryemçil Kalesi, Kırksu Gözeleri, Söğüt Ovası Yaylası, Kırık Kilise ve Kızılkale gibi alanlar bölgenin önemli doğal ve kültürel referans noktalarını oluşturmaktadır. Bu özellikler, millî parkın yalnızca doğal değil aynı zamanda kültürel miras açısından da turizm potansiyelini artırmaktadır. Park içerisinde Roma dönemine ait Akyol güzergâhı üzerinde bulunan Meryemçil Kalesi ve Türkmen göç yolları yer almakta; kaya mezarları, Söğüt Ovası'nda bulunan 272 metre uzunluğundaki mağara, saf kayın ormanları, yaşlı karaçam, sedir ve göknar toplulukları ile Körsulu Çayı, Karagöl (karstik göl), Söğüt Obası Düdeni ve Kırksu Gözeleri gibi doğal oluşumlar dikkat çekmektedir. Ayrıca çizgili sırtlan, vaşak, kurt ve yaban keçisi gibi büyük memeli türlerin yanı sıra çeşitli kuş türleri ve özellikle angut kuşunun üreme alanı olması, bölgenin ekoturizm değerini artırmaktadır (https://bolge15.tarimorman.gov.tr/Menu/82/Milli-Parkları).

Geben Vadisi Millî Parkı'nın Roma, Bizans, Selçuklu ve Dulkadiroğulları dönemlerinden itibaren kullanıldığı; Anavarza, Haştırın, Akkale, Azgıt, Kaleboynu, Meryemçil ve Kızılkale gibi önemli kalelerin bulunduğu tarihi kervan yolunun park sınırları içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca alan içerisinde kaya mezarları ve eski hamam kalıntıları da

bulunmaktadır. Bölgenin Türkmen boyları tarafından yaylak olarak kullanıldığı ve bu durumun Karacaoğlan ve Dadaloğlu gibi halk ozanlarının eserlerine yansıdığı bilinmektedir. Bu bağlamda Geben Vadisi Millî Parkı, doğal, tarihi ve kültürel unsurların bir arada bulunduğu çok yönlü bir turizm alanıdır (Fotoğraf 1).

Park, Kahramanmaraş ve Yukarı Ceyhan havzasında yer almakta olup, Akdeniz iklim bölgesinde bulunmasına rağmen yükseltiye bağlı olarak karasal iklim özellikleri de göstermektedir. Farklı yükselti basamakları ve buna bağlı iklim çeşitliliği, bitki örtüsünün de çeşitlenmesine neden olmuştur. Bu kapsamda parkta sedir (Cedrus libani), kayın (Fagus orientalis), karaçam (Pinus nigra), ardıç (Juniperus sp.), meşe (Quercus sp.), kavak (Populus), söğüt (Salix) ve ceviz (Juglans) gibi türler yaygın olarak görülmektedir. Kayın ağaçlarının bu enlemde saf meşcere oluşturması bilimsel açıdan nadir bir durum olup, bu alanı özel kılmaktadır. Endemik türlerin korunmasına yönelik olarak Tür Koruma Eylem Planı ve izleme çalışmaları yürütülmektedir (https://bolge15.tarimorman.gov.tr/Menu/82/Milli-Parklar). Yaban hayatı açısından da zengin olan parkta; yaban keçisi (Capra aegagrus), yaban domuzu (Sus scrofa), kurt (Canis lupus), vaşak (Lynx lynx), bozayı (Ursus arctos), tilki (Vulpes vulpes), porsuk (Meles meles) gibi memelilerin yanı sıra kınalı keklik (Alectoris chukar), kaya güvercini (Columba livia), küçük akbaba (Neophron percnopterus) ve kızıl şahin (Buteo rufinus) gibi kuş türleri de bulunmaktadır. Karagöl gibi sulak alanlar turna, leylek ve angut gibi kuş türlerine yaşam alanı sunmaktadır. Bu biyolojik çeşitlilik, alanın ekolojik bütünlüğünün yüksek olduğunu göstermektedir (https://bolge15.tarimorman.gov.tr/Menu/82/Milli-Parklar).

Park içerisinden geçen akarsular ve karstik göller bölgenin su ekosistemini oluşturmakta olup, bu sistemler Ceyhan Nehri havzasının önemli bir parçasıdır. Kırksu Gözeleri ve Karagöl, ekoturizm açısından önemli ziyaret noktalarıdır. Ayrıca Söğütovası Travers Mağarası, Meryemçil Kalesi, Kızılkale ve Roma Hamamı gibi tarihi yapılar da turizm değerini artırmaktadır. Bölge, tarih boyunca Türkmen göç yolları üzerinde yer alması nedeniyle zengin bir kültürel peyzaj sunmaktadır.

Geben adı, Ermenice kökenli olup “geçit yeri” anlamına gelmektedir. Tarihsel süreçte “Keban” olarak da anılan yerleşimin Geç Hititler döneminden itibaren var olduğu ve Roma döneminden itibaren iskân edildiği bilinmektedir. 2000 yılında yapılan arkeolojik kazılarda Roma İmparatoru Constantin’e ait sikkelerin bulunması, bölgenin tarihsel önemini ortaya koymaktadır (Solak, 2014).

Bölgede Akdeniz iklimi etkili olmakla birlikte yükselti nedeniyle yer yer karasal iklim özellikleri görülmektedir. Yazlar sıcak, kışlar ise yağışlı ve zaman zaman kar örtülüdür. Geben

Mahallesi, Kahramanmaraş'a yaklaşık 90 km, Andırın ilçesine ise 30 km uzaklıkta yer almakta olup günümüzde Andırın'a bağlı bir mahalle statüsündedir. Bölgede tarımsal faaliyetler (karpuz, mısır, yer fıstığı, soya vb.) ve hayvancılık yapılmaktadır. Geben Barajı, 39.100 dekar tarım arazisinin sulanmasını sağlamakta ve bölge ekonomisine önemli katkı sunmaktadır (http://www.andirin.org.tr; https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Haber/404/Kahramanmaras-Geben-Vadisi-Milli-Park-Ilan-Edildi). Meryemçil Kalesi, Geben'e yaklaşık 5 km uzaklıkta olup Roma döneminde inşa edilmiş ve tarih boyunca ticaret yollarını kontrol etmek amacıyla kullanılmıştır. Ayas (Yumurtalık)-Ceyhan-Andırın-Göksun hattı üzerindeki stratejik konumu nedeniyle bölge, tarih boyunca önemli bir geçiş noktası olmuştur. Kale, Roma, Bizans ve Ermeni krallığı dönemlerinde aktif olarak kullanılmış olup günümüzde kalıntılarıyla bölgenin tarihsel önemini yansıtmaktadır (http://www.andirin.org.tr).



Fotoğraf 1. Geben Vadisi Milli Parkından Görüntüler

Geben Vadisi'nde temel ekonomik faaliyetler tarım, hayvancılık ve yaylacılık üzerine kuruludur. Özellikle geçiş mevsimlerinde bölge, doğal peyzaj özelliklerinin belirginleşmesiyle dikkat çeken bir rekreasyon alanına dönüşmektedir. Yörede sayfiye amaçlı yaylacılık faaliyetleri oldukça gelişmiş olup, bu durum zamanla yerleşik bir kültürel pratiğe dönüşmüştür. Nisan–Eylül ayları arasında başta Adana, Osmaniye, Mersin ve Kahramanmaraş merkez ilçeleri olmak üzere Kadirli'den ve yurt dışından gelen ziyaretçiler, yaylacılık amacıyla geçici olarak bölgeye yerleşmekte; sezon sonunda ise daimî ikamet ettikleri yerlere geri dönmektedir. Bu durum, bölgenin mevsimlik nüfus yapısında belirgin dalgalanmalara yol açmaktadır.

Yaylacılık faaliyetlerinin yoğunlaştığı başlıca alanlar arasında Andırın–Geben karayolu üzerindeki Halbur, Yeşiltepe (Kümbetir), Geben ve Göksun arasındaki Meryemçil; Geben'de Mazgaç ve Kırksu; Akgümüş'te Akifiye; Arıklar'da Kuyucak; Kara Yusuf Yaylası, Çınar Geçidi, Kesik, Kurcaova, Azgıt, Çiğşar ve Çokak yaylaları yer almaktadır. Bunların yanı sıra Elma, Tırıl, Akça, Sarımsak, Başdoğan, Karüceve, Topuçlu Dağı, Altınboğa ve Beşbucak yaylaları da bölgedeki diğer önemli yayla alanlarıdır. Söz konusu yaylalar yaz mevsiminde yoğun bir kullanım sergilemekte; mevsimlik konutlarda kalanlar, kendi yayla evlerine göç

edenler ve kiralama yoluyla konaklayan ziyaretçiler ile dolup taşmaktadır. Buna karşın kış aylarında bu alanların kullanımı büyük ölçüde yerel halk ile sınırlı kalmaktadır (Karademir, 2023; Fotoğraf 1).



Fotoğraf 2. Geben Vadisi Milli Parkından Görüntüler

Geben Vadisi Millî Parkı'nın turizm potansiyeli; sahip olduğu zengin doğal, biyolojik, jeolojik ve kültürel miras unsurlarına dayanmaktadır. Alanın Millî Park statüsü kazanmasıyla birlikte, eko-turizm ve sürdürülebilir turizm odaklı gelişim açısından önemli bir fırsat ortaya çıkmıştır. Bu statü, doğal ve kültürel değerlerin korunması, eko-turizm faaliyetlerinin geliştirilmesi ve sürdürülebilir yönetim planlarının uygulanması bakımından büyük önem taşımaktadır. Nitekim doğal dokunun korunması, endemik türlerin ve yaban hayatının sürekliliğinin sağlanması, kaçak avcılık ve orman tahribatının önlenmesi gibi unsurlar, alanın sürdürülebilirliği açısından temel gereklilikler arasında yer almaktadır.

Bu bağlamda bölgenin; doğa yürüyüşü (trekking), kampçılık, kuş gözlemciliği, fotoğrafçılık ve doğa eğitim programları gibi sürdürülebilir turizm faaliyetleri için oldukça uygun olduğu değerlendirilmektedir. Söz konusu faaliyetlerin geliştirilmesiyle yerel kalkınmaya katkı sağlanması ve alanın bilimsel araştırmalar açısından cazip bir merkez hâline getirilmesi hedeflenmektedir (https://bolge15.tarimorman.gov.tr/Menu/82/Milli-Parklar).

Geben Vadisi Millî Parkı, doğal, tarihî ve kültürel unsurları bir arada barındıran çok yönlü bir turizm alanı niteliğindedir. Bu kapsamda bölgedeki başlıca turizm türleri ve potansiyelleri şu şekilde özetlenebilir:

Doğa Temelli Turizm Faaliyetleri: Karagöl Karstik Gölü gibi sulak alanlar, göçmen ve yerel kuş türlerine ev sahipliği yapmakta olup, özellikle angut, turna ve çeşitli yırtıcı kuşların gözlemlenmesi açısından elverişli bir ortam sunmaktadır. Bu durum, bölgeyi kuş gözlemciliği (ornitoloji turizmi) açısından önemli bir destinasyon hâline getirmektedir.

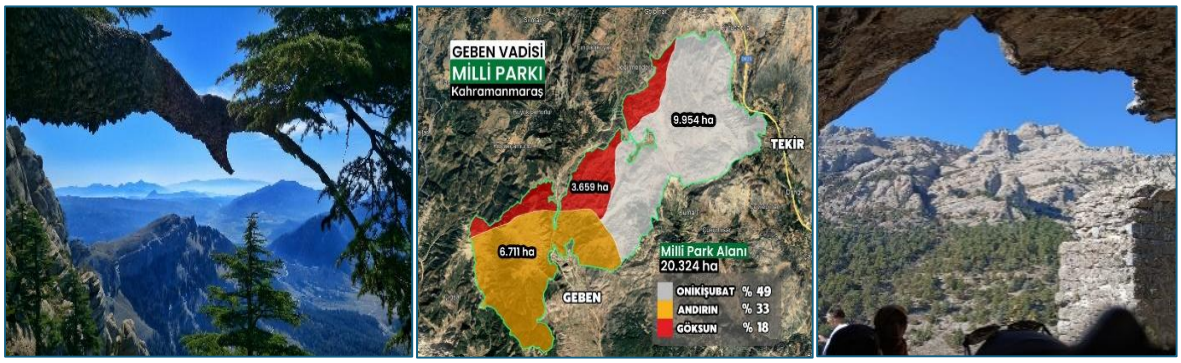
Bununla birlikte, 83 endemik türü de içeren zengin bitki örtüsü, özellikle ilkbahar döneminde flora gözlemciliği ve doğa fotoğrafçılığı açısından dikkat çekici bir çekim unsuru oluşturmaktadır. Derin vadiler, yüksek yaylalar ve sarp topoğrafya ise farklı zorluk seviyelerine sahip yürüyüş rotaları ile trekking ve dağcılık faaliyetlerine uygun bir ortam sunmaktadır.

Özellikle Karagöl ve Kayranlı Dağı çevresi, bu tür aktiviteler açısından öne çıkan alanlardır. Ayrıca ormanlık alanlar ve yaylalar, belirli planlama ve düzenlemeler dâhilinde kampçılık ve karavan turizmi için uygun alanlar sunmakta; ziyaretçilere doğayla iç içe, sakin ve güvenli bir deneyim imkânı sağlamaktadır.

Kültürel ve Kırsal Turizm Potansiyeli: Bölgenin tarihî Türkmen göç yolları üzerinde yer alması, zengin bir kültürel mirasın oluşmasına katkı sağlamıştır. Günümüzde de devam eden yaylacılık faaliyetleri, ziyaretçilere otantik bir yaşam deneyimi sunmakta; yöresel yaşam biçimi, el sanatları ve geleneksel üretim pratikleri kültürel turizm açısından önemli bir değer oluşturmaktadır.

Köy eko-turizmi kapsamında, Geben ve çevresindeki yerleşimlerde yerel halkın işleteceği butik konaklama tesisleri (pansiyon, köy evi, bungalow vb.) ile yöresel ürün pazarlarının geliştirilmesi, hem turizm çeşitliliğini artıracak hem de yerel ekonomiye katkı sağlayacaktır. Ayrıca Kahramanmaraş'ın zengin mutfak kültürü (dondurma, et yemekleri, tarhana vb.) gastronomi turizmi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Tarihî ve Jeolojik Turizm Unsurları: Bölgede yer alan Meryemçil (Geben) Kalesi, Kızıl Kale ve Roma Hamamı gibi tarihî yapılar, oluşturulacak tematik güzergâhlar aracılığıyla turizme kazandırılabilecek önemli değerlerdir. Bunun yanı sıra Söğütovası Travers Mağarası, Karagöl ve Kayranlı Dağı gibi jeolojik oluşumlar; jeoturizm, mağara turizmi ve bilimsel araştırma faaliyetleri açısından değerlendirilebilecek önemli alanlar arasında yer almaktadır. Bu tür alanlar, uzman rehberler eşliğinde gerçekleştirilecek eğitim ve keşif amaçlı turizm faaliyetlerine de uygunluk göstermektedir (Fotoğraf 1, 2 ve 3).



Fotoğraf 3. Geben Vadisi Milli Parkından Görüntüler

Geben Vadisi Millî Parkı'nda söz konusu turizm potansiyelinin etkin bir şekilde hayata geçirilebilmesi için, millî park yönetiminin belirli önceliklere odaklanması gerekmektedir. Bu kapsamda öncelikle ziyaretçi merkezleri, tuvalet, otopark alanları, bilgilendirme panoları ve güvenli yürüyüş parkurlarının oluşturulması gibi temel altyapı unsurlarının planlanması önem arz etmektedir. Bununla birlikte yerel halkın eko-turizm rehberliği konusunda eğitilmesi ve

ziyaretçilere yönelik doğa eğitimi programlarının geliştirilmesi, hem hizmet kalitesini artıracak hem de yerel katılımı güçlendirecektir. Ayrıca tüm turizm faaliyetlerinin, doğal kaynaklara zarar vermeyecek ve hassas ekosistemleri koruyacak şekilde, taşıma kapasitesi ilkesi doğrultusunda planlanması ve yönetilmesi gerekmektedir.

Millî Park statüsü, bölgenin turizm potansiyelinin ulusal ve uluslararası ölçekte tanıtılması ve yerel ekonomiye katkı sağlaması açısından önemli bir araç niteliğindedir. Bu doğrultuda, belirli temalar etrafında kurgulanan turizm rotalarının oluşturulması, ziyaretçilere daha bütüncül ve deneyim odaklı bir turizm anlayışı sunacaktır.

Bu kapsamda geliştirilebilecek rotalardan biri, **doğa odaklı "ekolojik keşif ve yayla yaşamı rotası"dır**. Bu rota, parkın biyolojik çeşitlilik açısından zengin alanlarını ve geleneksel yayla kültürünü deneyimlemeyi amaçlamaktadır. Geben Mahallesi'nden başlayarak Kayranlı Dağı etekleri, Karagöl Karstik Gölü ve çevredeki yayla yerleşimlerini kapsayan bu güzergâh; trekking, kuş gözlemciliği, endemik bitki fotoğrafçılığı ve yöresel ürünlerle sunulan köy kahvaltısı gibi etkinlikleri içermektedir. Bu rota ile yüksek rakımlı ekosistemler ve yerel yaşam deneyimi bütüncül bir şekilde sunulabilmektedir (Fotoğraf 4 ve 5).

Bir diğer alternatif ise **kültür ve macera odaklı "tarihin izinde ve karstik macera rotası"dır**. Bu rota, bölgenin tarihî mirası ve jeolojik oluşumlarını keşfetmek isteyen ziyaretçilere hitap etmektedir. Andırın çevresinden başlayarak Meryemçil Kalesi, Kızıl Kale kalıntıları, tarihî Roma Akyol güzergâhı ve Söğütovası Travers Mağarası'nı kapsayan bu güzergâhta; uzman rehberler eşliğinde mağara keşifleri, tarihî yapılar ziyaretleri ve kısa doğa yürüyüşleri gerçekleştirilebilmektedir. Böylece hem tarihî hem de jeolojik unsurların bütüncül bir turizm deneyimi içerisinde sunulması mümkün olmaktadır.

Bunun yanı sıra **botanik ve orman odaklı "sedir ve karaçam ormanları rotası"** da önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Göksun'dan başlayarak yaşlı sedir meşcereleri ve karaçam ormanlarını kapsayan bu rota; Kırksu Gözeleri gibi doğal alanları içermekte ve ziyaretçilere orman ekosistemlerini deneyimleme imkânı sunmaktadır. Bu güzergâhta trekking, kampçılık, ağaç türlerinin tanımlanması, biyoçeşitlilik gözlemleri ve sürdürülebilirlik temelli doğa eğitimleri gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca temiz hava ve doğa ile bütünleşme temelli rekreatif faaliyetler de bu rota kapsamında değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, tematik turizm rotalarının oluşturulması ve sürdürülebilir yönetim ilkeleri doğrultusunda planlanması, Geben Vadisi Millî Parkı'nın turizm potansiyelinin etkin bir şekilde değerlendirilmesine ve bölgenin yerel kalkınmasına önemli katkılar sağlayacaktır (Fotoğraf 4 ve 5).



Fotoğraf 4. Geben Vadisi Milli Parkından Görüntüler

Bölgede Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) tarafından Geben Vadisi Millî Parkı'nın ilan edilmesinin ardından, alanın korunması, turizme açılması ve yerel halkın sosyo-ekonomik olarak güçlendirilmesi amacıyla çeşitli ölçeklerde projelerin geliştirilmesi planlanmaktadır. Bu projelerin, DKMP'nin koordinasyonunda; yerel yönetimler (Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi ve ilgili ilçe belediyeleri) ile Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı (DOĞAKA) iş birliğiyle hayata geçirilmesi öngörülmektedir.

Bu kapsamda, Geben yerleşimi veya Millî Park girişine yakın bir noktada; parkın biyolojik çeşitliliğini, jeolojik yapısını ve tarihsel arka planını tanıtan interaktif sergilerin, bilgilendirme panolarının ve eğitim alanlarının yer aldığı modern bir ziyaretçi merkezinin kurulması önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca belirlenen turizm rotaları boyunca yönlendirme ve işaretleme sistemlerinin oluşturulması, güvenliğin sağlanması amacıyla korkuluk, yürüyüş köprüsü gibi altyapı unsurlarının inşa edilmesi ve tematik yürüyüş ile bisiklet parkurlarının planlanması önerilmektedir. Özellikle Karagöl gibi sulak alanlar çevresinde, yaban hayatını rahatsız etmeden gözlem yapılmasına imkân tanıyacak gizlenme üniteleri ve kuş gözlem kulelerinin inşa edilmesi, ekoturizm faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bölgedeki doğal ve kültürel mirasın korunmasına yönelik bilimsel ve teknik projelerin uygulanması gerekmektedir. Bu bağlamda; başta endemik bitki türleri ile yaban keçisi ve vaşak gibi önemli fauna unsurları olmak üzere tür envanterlerinin çıkarılması, popülasyonların düzenli olarak izlenmesi ve koruma programlarının yürütülmesi büyük önem arz etmektedir.

Biyokaçakçılık ve kaçak avcılıkla mücadele kapsamında, parkın kritik noktalarına fotokapan sistemleri ve uzaktan algılama teknolojilerinin yerleştirilmesi, ayrıca düzenli devriye ekiplerinin oluşturulması önerilmektedir. Kültürel miras unsurları açısından ise Meryemçil Kalesi ve Roma Hamamı gibi yapıların, ziyaretçilere açılmadan önce aslına uygun şekilde restore edilmesi ve çevre düzenlemelerinin yapılması gerekmektedir.

Yerel halkın Millî Park'tan ekonomik fayda sağlamasını ve koruma bilincinin artırılmasını hedefleyen sosyal içerikli projeler de sürecin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Bu

kapsamda, özellikle gençler ve kadınlara yönelik rehberlik, konaklama işletmeciliği, hijyen ve yöresel mutfak konularında eğitim programları düzenlenmesi ve bu eğitimlerin ulusal düzeyde geçerli sertifikalarla desteklenmesi önerilmektedir. Ayrıca, Geben ve çevresinde üretilen yöresel ürünlerin (bal, el sanatları vb.) "Geben Vadisi Millî Parkı Tescilli Ürünü" markası altında standartlaştırılması ve modern pazarlama kanalları (çevrim içi platformlar ve sosyal medya) aracılığıyla tanıtılması, yerel ekonomiye önemli katkılar sağlayacaktır. Bununla birlikte, geleneksel konutların Millî Park standartlarına uygun, çevre dostu pansiyonlara dönüştürülmesi için yerel halka teknik destek ile düşük faizli kredi veya hibe imkânlarının sunulması gerekmektedir. Bu süreçte, pansiyon işletmeciliği yapmak isteyen yerel halka hukuki ve idari destek sağlanması da önemlidir. Millî Park'ı ziyaret eden turistlere nitelikli ve yerel bilgiye dayalı hizmet sunulabilmesi amacıyla "Yerel Doğa Rehberliği ve Konaklama Sertifikasyon Programları"nın uygulanması hem hizmet kalitesini artıracak hem de yerel halk için sürdürülebilir bir gelir kaynağı oluşturacaktır. Sonuç olarak, önerilen bu projeler; Geben Vadisi Millî Parkı'nda koruma-kullanma dengesi gözetilerek hem doğal ve kültürel mirasın sürdürülebilirliğini sağlayacak hem de yerel kalkınmayı destekleyen bütüncül bir yönetim anlayışının oluşmasına katkı sunacaktır.



Fotoğraf 5. Geben Vadisi Milli Parkından Görüntüler

Geben Vadisi Millî Parkı ve çevresinde yerel halk ile parkla ilgili çalışmalar yürüten kamu kurum ve kuruluş yetkilileriyle yapılan birebir görüşmeler, arazi gözlemleri, saha incelemeleri ve literatür taraması doğrultusunda, alanın güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditleri bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda, Geben Vadisi Millî Parkı'nın güçlü yönlerini; doğal ve kültürel zenginlikleri, yüksek eko-turizm potansiyeli, Millî Park statüsüyle sağlanan yasal koruma, yüksek biyolojik çeşitlilik (603 bitki türü ve 83 endemik tür), zengin fauna varlığı (yaban keçisi, bozayı, vaşak, kurt vb.), yükselti farklılıklarına bağlı olarak Akdeniz ve karasal iklim geçiş kuşağında yer alması, özgün ekosistem yapısı, tarihî ve kültürel miras değerleri ile rekreasyon ve eko-turizm faaliyetlerine uygun doğal peyzaj özellikleri oluşturmaktadır. Buna karşılık, alanın zayıf yönleri

arasında; altyapı eksiklikleri, yönetim planının görece yeni olması, yerel halkın korunan alanlar konusunda yeterli bilgi ve bilinç düzeyine sahip olmaması, ulaşım altyapısının yetersizliği (dağlık topoğrafya ve sınırlı yol ağı), su kaynaklarında mevsimsel dalgalanmalar, izleme ve yönetim sistemlerinin henüz tam olarak olgunlaşmamış olması ile atık yönetimi ve ziyaretçi kontrol mekanizmalarındaki eksiklikler yer almaktadır.

Geleceğe yönelik tehditler açısından ise iklim değişikliği, kontrolsüz turizm baskısı, yaban hayatı üzerinde artan insan etkisi, kaçak avcılık, habitat tahribatı, orman yangınları, kuraklık riski, plansız yapılaşma, yetersiz altyapı yatırımları, kontrolsüz ziyaretçi artışı, taşıma kapasitesinin aşılması, koruma-kullanma dengesinin bozulması, tarımsal faaliyetlerin sınır ihlalleri ve mera baskısı ile yerel yönetimler arası koordinasyon eksikliği öne çıkmaktadır. Öte yandan, bölge önemli fırsatlara da sahiptir. Yerel kalkınmanın desteklenmesi, üniversitelerle iş birliği, doğa eğitimi ve bilimsel araştırma faaliyetleri, eko-turizm ve kültür turizminin geliştirilmesi, yeni gelir kaynaklarının oluşturulması, yöresel ürünlerin (tarhana, bal, ceviz, reçel, el sanatları vb.) markalaştırılması, ulusal ve uluslararası fonlara erişim (TÜBİTAK, AB projeleri vb.), bölgenin tanınırlığının artırılması ve yerel halkın sürdürülebilir turizm girişimlerine katılımı sayesinde istihdamın güçlendirilmesi bu fırsatlar arasında yer almaktadır. Yerel yetkililerle yapılan görüşmelerde ise Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü'nün, korunan alanları sahip oldukları doğal ve kültürel değerleri koruyarak aynı zamanda ziyaretçi ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde geliştirmeyi hedeflediği; bu doğrultuda Geben Vadisi Millî Parkı'nda gerekli altyapı ve donanım çalışmalarının planlandığı ve ilerleyen süreçte bölgenin daha fazla ziyaretçi ağırlamasının amaçlandığı ifade edilmiştir (Fotoğraf 4, 5 ve 6).



Fotoğraf 6. Meryemçil Kalesi ve Geben Vadisi Milli Parkından Görüntüler (https://kahramanmaraskulturturizm.com/anasayfa).

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Tüm dünyada korunan alanlar, doğal ve kültürel kaynak değerleri bakımından yerel kalkınmayı ve turizmi destekleyen en önemli ekonomik sektörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, turizmin sürdürülebilirliği, doğal ve kültürel kaynakların koruma–kullanma

dengesi içerisinde yönetilmesine bağlıdır. Bu bağlamda çalışma alanını oluşturan Geben Vadisi Millî Parkı, İran–Turan ve Akdeniz fitocoğrafik bölgeleri ile önemli bir biyoçeşitlilik kuşağı olan Anadolu Diyagonali'nin kesişim noktasında yer alması nedeniyle yüksek ekolojik değere sahip bir alan niteliği taşımaktadır. Bu konum, vadinin flora ve faunasını adeta doğal bir "açık hava ekoloji müzesi" haline getirmiştir.

Nitekim alanda 603 bitki türü tespit edilmiş olup, bunların 83'ünün endemik olması bölgenin bilimsel önemini artırmaktadır. Bu doğrultuda endemik türlerin korunmasına yönelik "Tür Koruma Eylem Planı" ve "İzleme Çalışmaları" yürütülmektedir. Flora çeşitliliği kadar fauna varlığı da dikkat çekmekte; yaban keçisi, bozayı, vaşak ve kurt gibi türler bölgenin ekolojik bütünlüğünü ortaya koymaktadır. Bu özellikleriyle alan, hem bilim insanları hem doğa fotoğrafçıları hem de doğa temelli turizm faaliyetlerine ilgi duyan ziyaretçiler için önemli bir çekim merkezi konumundadır. Bununla birlikte bölge yalnızca doğal değil, aynı zamanda tarihî ve kültürel miras açısından da zengin bir karaktere sahiptir.

Geben Vadisi Millî Parkı, turizm coğrafyası açısından değerlendirildiğinde doğal peyzaj çeşitliliği, biyolojik zenginlik ve kültürel miras unsurları ile yüksek turizm çekiciliğine sahiptir. Bu kapsamda eko-turizm, macera turizmi, kuş gözlemciliği, doğa yürüyüşü (trekking), kaya tırmanışı, kampçılık, foto-safari ve fotoğrafçılık gibi doğa temelli turizm faaliyetleri için oldukça elverişli bir alan sunmaktadır. Ayrıca yaylacılık kültürü, el sanatları, yöresel yaşam biçimi, gastronomi unsurları ve tarihî miras değerleriyle birlikte kültür turizmi, eğitim turizmi ve sürdürülebilir turizm açısından da önemli bir potansiyele sahiptir.

Literatürde benzer bulgulara rastlanmaktadır. Arı (2025), Kuşcenneti Millî Parkı'nda eko-turizmin ağırlıklı olarak kuş gözlemciliği ile sınırlı kaldığını, ziyaretçi sayılarının beklentiyi karşılamadığını ve yerel halkın refahına yeterince katkı sağlamadığını belirtmiştir. Bu bağlamda turizm faaliyetlerinin biyokültürel bir yaklaşım ile çeşitlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Benzer şekilde Geben Vadisi Millî Parkı için de turizm faaliyetlerinin yalnızca doğal unsurlara değil, kültürel kaynaklara da entegre edilmesi gerekmektedir.

Uçar ve Arslan (2024), Cilo ve Sat Dağları Millî Parkı örneğinde yönetim planlarının uygulanmamasının ekonomik fayda üretimini sınırladığını ve ziyaretçi kontrol mekanizmalarının yetersiz kaldığını ortaya koymuştur. Bu durum, Geben Vadisi Millî Parkı için de etkin bir ziyaretçi yönetim planının gerekliliğini göstermektedir. Körbalta (2022) ise millî park planlamalarının kamuoyu tarafından benimsenmesinin başarı açısından kritik olduğunu vurgulamış; Kılıç vd. (2025) ise korunan alanlarda kaynak değerlerinin korunmasına yönelik politikaların uygulamada yeterince etkin olmadığını ifade etmiştir. Bu nedenle Geben

Vadisi Millî Parkı'nın yönetim sürecinde koruma–kullanma dengesine sıkı şekilde bağlı kalınması gerekmektedir.

Eko-turizm potansiyelinin yüksek olması nedeniyle, alanda uygun altyapı ve tanıtım faaliyetlerinin geliştirilmesi kritik önemdedir. Kemeç vd. (2025), Ulubey Kanyonları örneğinde eko-turizmin bölgesel kalkınmaya katkı sağladığını ve ziyaretçi sayısında önemli artışlara neden olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde Geben Vadisi Millî Parkı'nda da tanıtım faaliyetlerinin güçlendirilmesi ve alternatif turizm rotalarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda Kırksu Yaylası'ndan Kayranlı Dağı'na, Meryemçil Kalesi'nden Karagöl Karstik Gölü'ne ve Söğüt Ovası'na uzanan rotalar hem doğa hem kültür turizmi açısından önemli potansiyel taşımaktadır. Bölgenin CNN Türk gibi ulusal mecralarda tanıtılması olumlu bir başlangıç olmakla birlikte, dijital medya ve uluslararası platformlarda tanıtım faaliyetlerinin artırılması gerekmektedir.

Yerel düzeyde faaliyet gösteren doğa ve çevre kulüpleri (örneğin KADAK ve AÇEK) bölgeye yönelik farkındalık oluştursa da, bu etkinliklerin ulusal ve uluslararası katılımla genişletilmesi önemlidir. Ayrıca bölge için oluşturulacak alternatif turizm rotaları; yayla yaşamı deneyimi, yerel üretim süreçlerine katılım ve gastronomi turizmi gibi unsurlarla desteklenmelidir. Bu tür deneyimler ziyaretçilerin bölgeyle etkileşimini artıracaktır.

Korunan alanların temel amacı doğal kaynakların uzun vadeli korunması olmakla birlikte, yerel halkın süreçten dışlanması sürdürülebilirlik açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle yerel halkın koruma süreçlerine aktif katılımı sağlanmalıdır. Nitekim ABD'de millî parkların ziyaretçi yönetimi ve eko-turizm eğitimi uygulamaları, bu tür katılımcı modellerin başarısını ortaya koymaktadır. Benzer yaklaşımlar Geben Vadisi Millî Parkı için de uygulanmalıdır.

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri bölgeyi sosyal, ekonomik ve fiziksel açıdan derinden etkilemiştir. Bu bağlamda Millî Park statüsünün kazanılması, yerel halk için yeniden toparlanma sürecinde önemli bir motivasyon kaynağı ve ekonomik fırsat alanı oluşturmuştur. Sonuç olarak, Geben Vadisi Millî Parkı'nın uzun vadeli yönetimi; biyolojik çeşitliliğin korunması, tehditlerin azaltılması ve yerel halkın sürece katılımı üzerine inşa edilmelidir. Bu çerçevede DKMP koordinasyonunda; alanın zonlara ayrılması, endemik türlerin korunması, kaçak avcılıkla mücadele, orman ekosistemlerinin izlenmesi, taşıma kapasitesine dayalı ziyaretçi yönetimi ve teknolojik denetim sistemlerinin kullanılması kritik önemdedir.

Kültürel mirasın korunması kapsamında ise kale, Roma yolu ve mağara gibi unsurların restore edilerek kontrollü ziyaret alanlarına dönüştürülmesi gerekmektedir. Yerel halkın eko-turizm,

konaklama, rehberlik ve ürün pazarlama süreçlerine dahil edilmesi ise hem ekonomik kalkınma hem de koruma bilinci açısından sürdürülebilirliği güçlendirecektir. Tüm bu unsurlar birlikte değerlendirildiğinde, Geben Vadisi Millî Parkı'nın yalnızca bir korunan alan değil, aynı zamanda Kahramanmaraş'ın bölgesel ölçekte turizm markasını güçlendiren stratejik bir ekolojik ve kültürel merkez olma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

KAYNAKÇA

Arı, Y. (2024). İnsansız korumadan biyokültürel korumaya: Son 150 yılda dünyada doğa koruma paradigmalarının değişimi. *International Journal of Geography and Geography Education, 53*, 298–317. https://doi.org/10.32003/igge.1492106

Arı, Y. (2025). Korunan alanlarda ekoturizm mi biyokültürel turizm mi? Kuşcenneti Millî Parkı üzerinden bir değerlendirme. *Doğu Coğrafya Dergisi, 30*(53), 1–12.

Bushell, R., ve Bricker, K. (2017). Tourism in protected areas: Developing meaningful standards. *Tourism and Hospitality Research, 17*(1), 106–120.

Çalık, İ., ve Pir, B. (2019). Korunan alanların sürdürülebilir turizm kapsamında değerlendirilmesi: Gümüşhane Limni Gölü Tabiat Parkı örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10*, 159–169.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). Korunan alanlar. https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/korunan-alanlar-i-85778

Demir, C., ve Çevirgen, A. (2006). *Turizm ve çevre yönetimi: Sürdürülebilir gelişme yaklaşımı*. Nobel Yayınları.

Dikmenli, Y., Demirbaş, Ç. Ö., ve Yakar, H. (2018). Türkiye'de millî parklar konusunda hazırlanan lisansüstü tezlerin genel eğilimleri. *OPUS International Journal of Society Researches, 9*(16), 1750–1769.

Doğru, E., ve Aydın, F. (2019). Yerel halkın millî parklara ilişkin görüşleri: İğneada Longoz Ormanları Millî Parkı örneği. *International Journal of Geography and Geography Education, 42*, 328–355.

Dudley, N. (2008). *Guidelines for applying protected area management categories*. IUCN.

Erdoğan, İ. (2010). Ekoturizmin eleştirel bir değerlendirmesi. In *Ekoturizm Çalıştayı ve 10. Yılında TODEG* (pp. 65–81). Türkiye Ormancılar Derneği.

Kemeç, A., Yılmaz, İ., ve Çakın, M. (2025). *Ekoturizmin kente etkisi: Ulubey Kanyonları örneği*. Journal of Humanities and Tourism Research, 15(1), 97–110. https://izlik.org/JA38LA89YD

Karademir, N. (2023). Yaratıcı turizm uygulamaları ile Andırın'da deprem yaralarını sarabiliriz. *KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 20*(3), 1006–1020.

Kervankıran, İ., ve Eryılmaz, A. G. (2015). Millî parkların sürdürülebilir kullanımı ve yönetim planı önerisi: Isparta ili örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 34*, 173–190.

Kervankıran, İ., ve Eryılmaz, A. G. (2016). Millî parkların turizm ve rekreasyonel faaliyetlerde sürdürülebilir kullanımı: Isparta ili örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 39*, 151–182.

Kılıç, M., ve Kervankıran, İ. (2019). Türkiye'de millî parkçılığın kısa bir hikâyesi: Yozgat Çamlığı Millî Parkı örneği. *Türk Coğrafya Dergisi, 72*, 21–34. https://doi.org/10.17211/tcd.463690

Kılıç, M., Kervankıran, İ., ve Temurçin, K. N. (2025). Neyi, kimden koruyoruz? Türkiye'deki millî parkların politik ekoloji çerçevesinde değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi, 63*, 97–124.

Körbalta, H. (2022). Türkiye'de millî parklar ve uzun devreli gelişme planlarının arazi kullanımı ve yapılaşma. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 5*(3), 703–715.

Pham, H. S. T., ve Khanh, C. N. T. (2021). Ecotourism intention: The roles of environmental concern, time perspective and destination image. *Tourism Review, 76*(5), 1141–1153.

Resmî Gazete. (1983). *Millî Parklar Kanunu* (No. 2873).

Resmî Gazete. (1986). *Millî Parklar Yönetmeliği* (No. 19309).

Resmî Gazete. (2021). *Turizmi Teşvik Kanunu ile bazı kanunlarda değişiklik yapılmasına dair kanun* (No. 7334, 31551).

Solak, İ. (2014). *XVI. asırda Maraş kazası (1526–1563)*. Dulkadiroğlu Belediyesi Yayınları.

Tapur, T., Aladağ, C., Bozyiğit, R., ve Kaya, B. (2021). Üniversite öğrencilerinin ekoturizm konusundaki bilişsel yapılarının belirlenmesi. *International Social Sciences Studies Journal, 7*, 1266–1279.

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2007). *Türkiye turizm stratejisi eylem planı 2023*. https://kulturturizm.gov.tr

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı DKMP. (2022). *Doğa turizmi uygulama rehberi*. Ankara.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı DKMP. (2023). *Korunan alanlar ziyaretçi ve gelir raporu*. Ankara.

Türk, Z., ve Tokmak, M. (2017). Sürdürülebilir turizm kapsamında ekoturizm. *Turan: Stratejik Araştırmalar Merkezi, 9*(36), 104–108.

Türkmen, F., ve Dönmez, Y. (2015). Korunan alanların turizme açılmasına ilişkin yerel halkın görüşleri. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5*(2), 189–204.

Uçar, M., ve Arslan, H. (2024). Millî parkların bölgeleme ve planlama: Cilo ve Sat Dağları Millî Parkı örneği. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 34*(2), 483–498.

Wearing, S., ve Neil, J. (2009). *Ecotourism*. Routledge.

Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (1999). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yıldız, B., ve Aydın, C. C. (2023). Türkiye'de korunan alanların IUCN politikaları kapsamında değerlendirilmesi. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi, 5*(1), 20–30. https://doi.org/10.51765/tayod.1233766

Web Kaynakları

Andırın Belediyesi. (2026). http://www.andirin.org.tr

Kahramanmaraş Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2026). https://kahramanmaraskulturturizm.com

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı DKMP. (2025). Geben Vadisi Millî Parkı ilan edildi. https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Haber/404/Kahramanmaras-Geben-Vadisi-Milli-Park-Ilan-Edildi

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı DKMP. (2026). Milli parklar. https://bolge15.tarimorman.gov.tr/Menu/82/Milli-Parklar

MEDİKAL TURİZMDE EN ÇOK TERCİH EDİLEN CERRAHİ İŞLEMLER VE BAŞARI FAKTÖRLERİ

Doç.Dr.Ayşe ELKOCA
Gaziantep İslam Bilim ve Teknolojileri Üniversitesi
ORCİD ID:0000-0002-3936-4122
Yüksek Lisans Öğrencisi Zeynep ÇEPİK
Gaziantep İslam Bilim ve Teknolojileri Üniversitesi
ORCİD ID:0009-0000-3581-6518

ÖZET

Medikal turizm, sağlık hizmetlerine erişimde maliyet avantajı, kısa bekleme süreleri ve yüksek kaliteli bakım olanakları sunması nedeniyle son yıllarda hızla büyüyen bir alan haline gelmiştir.Küreselleşme, sağlık teknolojilerindeki hızlı gelişmeler ve sağlık hizmetleri maliyetlerindeki artış, bireyleri sınır ötesi sağlık hizmeti arayışına yöneltmiş ve medikal turizmin dünya genelinde önemli bir sektör haline gelmesine katkı sağlamıştır. Medikal turizm, hastaların yaşadıkları ülkeler dışında tanı, tedavi ve cerrahi girişimler için seyahat etmelerini kapsamakta; özellikle cerrahi işlemler bu alanın temel bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Bu derlemenin amacı, medikal turizm kapsamında en sık tercih edilen cerrahi işlemleri belirlemek ve bu işlemlerin başarılı bir şekilde uygulanmasını etkileyen faktörleri mevcut literatür ışığında kapsamlı olarak değerlendirmektir.

Literatür incelemesi sonuçlarına göre estetik ve plastik cerrahi işlemler ,medikal turizmde en yaygın talep gören uygulamalar arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra ortopedik cerrahi girişimler, özellikle kalça ve diz protez ameliyatları, obezite cerrahisi, kardiyovasküler cerrahi girişimler, diş ve çene cerrahisi ile göz cerrahisi gibi alanlar da medikal turistler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Bu cerrahi işlemlerin tercih edilmesinde maliyet avantajı, ileri teknolojiye sahip sağlık merkezleri, kısa bekleme süreleri ve uzman hekimlere erişim gibi faktörler belirleyici olmaktadır.

Medikal turizmde cerrahi başarıyı etkileyen faktörler çok boyutlu bir yapı sergilemektedir. Cerrah ve sağlık ekibinin mesleki deneyimi ve uzmanlığı, kullanılan tıbbi teknolojilerin güncelliği, sağlık kuruluşlarının uluslararası akreditasyonlara (örneğin JCI) sahip olması ve hasta güvenliği standartlarına uyum sağlaması temel klinik başarı unsurları arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, hasta ile sağlık personeli arasındaki iletişim, kültürel ve dilsel uyum, ameliyat sonrası bakım ve takip hizmetlerinin sürekliliği de hasta memnuniyeti ve önemli etkiye sahiptir.

Anahtar kelimeler:medikal turizm,cerrahi işlemler,başarı,turist

GİRİŞ

Medikal Turizm

Medikal turizm, tıbbi, cerrahi veya diş hekimliğinin konusu içinde yer alan herhangi bir tedavi hizmeti almak amacıyla kişilerin kendi ülkelerinden farklı bir ülkeye seyahat etmeleri olarak tanımlanmaktadır (Harahsheh, 2002).Yakın zamana kadar turistlerin yaptıkları seyahatlerin asıl amacı, yeni yerler keşfedip gidilen yerin doğal güzelliklerini gezmek, denize girmek, wellness faaliyetleri gibi faktörler oluştururdu. Günümüze doğru gelindiğinde ise bu maksatların yerini hastalıkların tedavilerinin yapılması, cerrahi operasyon yapılması, iklim ve hava şartlarından faydalanmak ve gidilen ülkenin sağlık konusundaki teknolojilerinden faydalanarak daha hızlı iyileşmek ve daha sağlıklı bir yaşam sürmek amacı vardır (Edinsel ve Adıgüzel, 2014). McKinsey & Company tarafından yapılan bir araştırmada, medikal turizm için insanların farklı ülkelere seyahat etmelerindeki sebepleri arasında: %40 en yüksek teknoloji, %32 en iyi kalitede tıbbi tedavi ve medikal uygulamalar, %15 daha hızlı erişim, %9 en düşük maliyet, %4 isteğe bağlı uygulamalar için düşük maliyet faktörleri saptanmıştır (Yiğit, 2016). Bazı ülkelerde sağlık hizmetleri fiyatlarının yüksek olması ve bekleyen hasta listelerinin uzun olması gibi nedenlerle hastalar, uzak mesafede bulunan ülkeye, yüksek standartlarda olan medikal uygulamalardan dolayı yolculuk yapmaktadırlar. Öncelikli amaç "tedavi" olmakla beraber, hastalar gezi programları, restoran hizmetleri, konaklama, ulaşım gibi turizm sektörünün sağlamış olduğu hizmetlerden yararlanmaktadırlar (Tengilimoğlu, 2013, Özgül, 2014). Bu turizm çeşidi, destinasyon ülkeleri için önemli bir gelir kaynağı olmakla birlikte, hem turizm hem de sağlık altyapısının yanı sıra, pek çok medikal prosedürün gelişimine fayda sağlamaktadır. Büyümekte olan yapısı ve pazar hacmi ile gelişmeye başlayan medikal turizm, destinasyon ülkelerinin ekonomileri üzerinde önemli bir bileşen haline gelmiştir (Büyük, 2024).

Medikal turizm hususunda çeşitli tanıtımların daha dikkat çekici bir şekilde yapılmasıyla medikal turistlerin taleplerinin artacağı düşünülmektedir. Medikal turizm, tıbbi tanı, tedavi, rehabilitasyon uygulamaları ile otelcilik, acentecilik, tanıtım, çevre, mimari, ekonomi vb. açılarından multidisipliner bir koordinasyon gerektirmektedir. Medikal turizm konusunda tanıtımların başarılı ve etkileyici bir şekilde gerçekleştirilmesiyle birlikte hem sağlık hem de turizm sektörüne kayda değer seviyede bir ekonomik katkının sağlanacağı düşünülmektedir. Medikal turizmin diğer sağlık turizm çeşitlerinden farkı turistlerin kendi arzularından ziyade sağlık ihtiyaçları doğrultusunda yapılan bir turizm türü olmasıdır (Koç, 2021).

Medikal turizm, modern dünyada tıbbi nedenlerle diğer ülkelere seyahat edebilmek için artan bir eylem haline gelmektedir. Milyonlarca turist ruhî ve bedeni sağlıklarını korumak ve

iyileştirmek için her gün başka ülkelere yolculuk yapmaktadır (Millicevic ve Jovanovic, 2015). Medikal turistler artık, sağlık turizminde hızla yükselen ülkeler arasında yer alan Asya (Hindistan, Malezya, Singapur, Tayland ve daha yakın zamanda Kore Cumhuriyeti), Güney Afrika, Latin Amerika (Brezilya, Kosta Rika, Meksika, Küba) ve Orta Doğu (özellikle Birleşik Arap Emirlikleri) gibi ülkelere daha uygun ve kaliteli bir tıbbi bakım alabilmek ve cerrahi işlem görmek için gitmektedir (Piazola ve Zanca, 2011; Saleh ve diğerleri, 2015; Patient Beyond Border, 2019).

Ülkelerin sağlık turizmi altyapı ve üstyapılarının zengin ve gelişmiş olması, sağlık turistlerinin seyahat edecekleri ülke tercihlerini etkilemektedir. Sağlık turistleri tarafından önemli olarak görülen sağlık turizminin bir dalı olan medikal turizmin değeri gün geçtikçe artmaktadır (Çam & Çılgınoğlu, 2021). Uluslararası turizm hareketliliğinde özellikle son birkaç yılda Covid-19 salgını nedeniyle azalmalar meydana gelse de, turizm gelirleri içerisinde medikal turizm, yüksek seviyelerde gelir getirmesi yönüyle en kârlı hizmet alanlarından biri olmuştur. Sonuç olarak, medikal turizm kapsamında turistlere hizmet sağlayan ülke ve kurum sayıları artış göstermektedir (Pagan ve Horsfall, 2020; Popescu vd., 2021).

Aydın ve arkadaşları (2011) tarafından hazırlanan Türkiye'de medikal turizm raporuna göre hastanenin ünü ve fiyat faktörlerinin medikal turizmde hastaneleri tercih etmede en önemli faktörler olduğu ve önceki hastaların tavsiyesi ile tutundurma faaliyetlerinin etkinliğinin de üst sıralarda yer aldığı vurgulanmaktadır. Estetik plastik cerrahi uygulamalara süreç açısından bakıldığında, özellikle gelişmiş ülkelerden gelen sağlık turistleri medikal hizmetin değerlendirilmesinde daha farkındalığı yüksek, bilinçli ve istekli oldukları için tüm ürün çeşitliliği arasında koordinasyonun sağlanmasına olabildiğince önem vermişlerdir (Temizkan & Temizkan, 2020).

EN ÇOK TERCİH EDİLEN CERRAHİ İŞLEMLER HANGİLERİDİR?

Medikal turizm çerçevesinde değerlendirilen ve sık görülen cerrahi uzmanlık alanları şöyle belirtilebilir (Rahman, 2016):

• Beyin cerrahisi,

• Ağız ve çene cerrahisi (diş hekimliği, estetik, gülme hattı tasarımı, implant, kron ve köprü, lazer tedavisi, porselen kaplama, seramik dolgu),

• Estetik / plastik cerrahi, kozmetik cerrahi(yüz, göğüs, yağ aldırma, lazerle cilt soyma),

• Genel cerrahi,

• Göz ameliyatları,

• Kardiyoloji / kalp cerrahisi (kapak değişimi, bypass, perkütan koroner anjiyoplasti),

• Obezite cerrahisi (mide bandı, gastrik bypass),
• Organ - doku nakli (organ nakli, kök hücre tedavisi),
• Ortopedik cerrahi (omurga cerrahisi; disk alanı rekonstrüksiyonu, kalça/diz protezi),
• Üreme sistemi (doğum, cinsiyet değiştirme, fertilizasyon, histerektomi, prostatektomi).

Turistler, medikal turizm çerçevesinde en çok şu sağlık hizmetlerini almak amacıyla diğer ülkelere yolculuk yapmaktadırlar (Lunt vd., 2015; Aktaran Gönül, 2019; Ekinci, 2020). Bunlar; dental tedaviler, infertilite / kısırlık tedavisi, estetik cerrahi, göz cerrahisi, organ nakli (Ekinci, 2020); kalp yetmezliğiyle ilgili tedaviler ve koroner arter bypass vb. işlemler, omurga cerrahisi ortopedik cerrahi alanları, kök hücre tedavisi (Muzaffar ve Hussain, 2007), saç ekimi işlemleri (Klavuz, 2018), kanser ile ilgili tedaviler ve check-up hizmetleri (Yeşil, 2018) medikal turizm kapsamında ön plana çıkan alanlar olarak ifade edilmektedir.

İlk zamanlar estetik ameliyatı gibi kozmetik maksatlı cerrahi masraflarını azaltmak için gelişmekte olan ülkelere yönelen hastalar, zaman içerisinde çok farklı tedaviler için ülkeler arasında seyahat etmeye başlamışlardır (TÜSİAD-Sağlık Çalışma Grubu, 2009; Özkan Demirer, 2010). Dünyada ve Türkiye'de medikal turistlerin önemli bir kısmının plastik ve estetik cerrahi müdahaleler için başka ülkelere yolculuk yaptığı görülmektedir. Günümüzde insanlar, fiziksel görünümlerinde değişiklik yapmak, kendilerini daha iyi hissetmek, yaşam doyumlarını ve özgüvenlerini artırmak için plastik ve estetik cerrahiye başvurmaktadırlar (Sarwer ve ark., 2003). Plastik ve estetik cerrahi uygulamalarının teknolojinin de gelişmesiyle birlikte hızlı ve kolay bir şekilde uygulanabilir olması, estetik ve plastik cerrahi uygulamalarında yeni tedavi seçeneklerinin gelişmesi ve kişileri ekonomik olarak zorlamayacak uygulamaların artması, güzel görünme konusundaki farkındalığın artması bu alandaki talebi artırmıştır. Estetik ameliyatlarda dikişsiz tekniklerin kullanılması, hastanede yatış süresinin azalması, operasyon sonrası ağrı ve komplikasyonların azalmasıyla hastaların estetik cerrahilere güveni ve ilgisi oldukça artmıştır (İnam ve Şahin, 2019). Sigorta şirketleri tarafından karşılanmayan diş hekimliği alanındaki cerrahi işlemler de medikal turizme olan talebi artırmaktadır. Plastik cerrahi alanındaki burun estetiği (rinoplasti) ve yağ aldırma (liposuction) gibi isteğe bağlı operasyonlara artan ilgi ise yeni bir talep oluşturarak medikal turizmin büyümesini sağlamaktadır (Connell, 2006). Bir araştırmada yapılan cerrahi operasyonlar: implant, estetik gülüş işlemleri vb., plastik cerrahi (yağ aldırma, göğüs implantı), kozmetik cerrahi, tüp bebek tedavileri (IVF-fertility), liposuction, kalp ve damar cerrahisi, dermatoloji, organ nakli olarak sıralanmaktadır (Medikal Turizm İstatistikleri ve Gerçekleri, 2008-2021). Bu tedavilere farklı bir kaynakta oftalmoloji (lazerli göz operasyonları, katarak

ameliyatı), saç ekimi, bariatrik cerrahi (gastrik bypass), ortopedi (diz kapağı değişimi, kalça ameliyatı) ve onkoloji (kanser ve kemoterapi tedavileri) de eklenmektedir (Medigo, 2019).

BAŞARI FAKTÖRLERİ NELERDİR?

Medikal turizmde cerrahi başarıyı etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler şöyle sıralanabilir:

1)Hastaların taleplerinin yerine getirilmesi(Kantarcı ve Kurban, 2014; Çılgınoğlu, 2018),

2) Doktor, sağlık çalışanları, hastane, klinik gibi tıbbi donanıma ilişkin kaynakların varlığı ve kalifiye iş gücü (Kitapçı, 2014),

3) Medikal turizm hususunda çeşitli tanıtımların etkili, farklı dillerde ve ilgi uyandırıcı bir şekilde yapılması, Tanıtımlarda reklamdan ziyade medyada makalelerin ve haberlerin yayınlanması için medyanın desteği (Binler, 2015; Tökü, 2017),

4) Sağlık turizminde hizmet sunumuna talip olan ülkelerin bu alanda gerçekleştirdikleri çalışmaların takip edilmesi,

5) Hedef kitleye erişimi sağlayacak nitelikte kongre, fuar ve benzeri organizasyonlara katılım,

6) İnternetin enformasyon aracı olarak değerlendirilmesi ve tedavilere ilişkin ayrıntılı bilgilerin internette belirtilmesi,

7) Uygun bir tercüman bulundurulması (Oguzhan Journal of Social Sciences Cilt/Volume: 3 Sayı/Issue: 1 Aralık 2021 December),

8) Akreditasyon,

9) Koordinasyon,

10) Destinasyon ve coğrafi konum,

11) Maliyet,

12) Sürenin daha kısa olması,

13) Dil becerileri ve etkili iletişim

14) Postop bakım, taburculuk süreçleri ve sıkı takip,

15) İyi bir otelcilik hizmeti,

16) Ulaşım imkanı,

17) Kendi ülkelerinden daha ucuz ve güvenli olması (Cohen, 2008),

18) Kültürel ve dilsel uyumluluk

19) Yenilikçi Teknoloji ve Alt Yapı

Robotik cerrahi, gelişmiş görüntüleme sistemleri ve en son tekniklerin kullanımı hasta sonuçlarını iyileştirir.

20) Komple Hizmet Paketleri

Transfer, konaklama, tercüman desteği, ameliyat öncesi ve sonrası danışmanlık gibi hizmetler hasta memnuniyetini artırır.

Medikal turizmde, birden fazla paydaşın etkili bir koordinasyonu ve kesintisiz hizmetleriyle başarıya ulaşmak mümkündür. Medikal turizmin ana paydaşları ise; turizm şirketi (transfer şirketi, nakil şirketi, uçak şirketi, yetkili satış acentesi, tur operatörü), rehber, konsolosluk hizmetleri, medya şirketi, organizasyon şirketi, sigorta şirketi, sosyal güvenlik kuruluşu, sağlık kuruluşu, paramedikal tur şirketi, tanıtma şirketi olarak ifade edilebilir (hospitalmanager, 2018). Bütün bu paydaşların iyi bir koordinasyonu ile medikal turizmde mükemmel bir başarı yakalamak kaçınılmazdır.

BAŞARI İLE RİSK ARASINDA DENGE: KOMPLİKASYON VE HASTA GÜVENLİĞİ

Cerrahi medikal turizmde başarı yalnızca işlem başarısı olarak algılanmamalıdır; güvenlik ve komplikasyon yönetimi de başarı faktörleri açısından kritik önemdedir.

A. Cerrahi Komplikasyonlar

Abdominoplasti ve liposuction gibi kozmetik işlemlerden sonra enfeksiyon ve yara iyileşme sorunları literatürde sıkça raporlanmıştır. Yara enfeksiyonunun önlenmesi, cerrahi işlemlerin başarısı ve hastalar için çok önemlidir. Hasta seçimi cerrahi işlemlerin başarısı için kilit rol oynasa da, cerrahi tekniğin dikkatli bir şekilde uygulanması da oldukça önemlidir (Hsu P, Bullocks J, Matthews M. Infection prophylaxis update. Semin Plast Surg. 2006).

B. Etik ve Düzenleyici Boyutlar

Uluslararası düzenleyici çerçevelerin eksikliği etik, güvenlik ve hasta hakları konusunda risk yaratabilir. Literatürde bu eksiklik sağlık turizminin büyümesine engel teşkil eden bir faktör olarak tanımlanmıştır.

Halk sağlığı hemşireliği açısından bu bağlam, yalnızca bireysel hasta bakımını değil aynı zamanda uluslararası hasta güvenliği, enfeksiyon kontrolü, kültürel yeterlilik, hasta hakları ve etik bakım süreçlerinin uyumunu da kapsamaktadır. Hemşirelerin rolü, medikal turistlerin risklerinin en aza indirilmesi, cerrahi sürecin optimize edilmesi ve kültürlerarası bakım sunumu ile sağlık çıktılarının iyileştirilmesinde kilit bir unsur olarak literatürde vurgulanmaktadır . Ayrıca, halk sağlığı perspektifi, yurt dışından gelen hastalarla çalışırken sağlık sisteminin kaynak yönetimi, enfeksiyonların önlenmesi, sağlık eğitimi ve bilgilendirme, takip sistemleri ve toplum sağlığı ile uyumlu bakım modellerinin geliştirilmesi gibi kritik sorumluluk alanlarını içerir.Bu faktörler medikal turizmin sürdürülebilirliği ve hasta güvenliği için de oldukça önemlidir (Jalali, Haghgoshayie, Janati ve ark., 2025).

SONUÇ

Medikal turizmde cerrahi başarı, yalnızca operasyonun teknik başarısı ile değil; klinik kalitenin sürekliliği, hasta deneyimi, güvenilir altyapı, etkili iletişim ve uluslararası servis koordinasyonu ile tanımlanır. En çok tercih edilen cerrahi işlemler (kozmetik cerrahi, ortopedik ve kardiyovasküler ameliyatlar gibi) yüksek talep görse de, uygun kalite ve güvenlik standartlarını sağlayamayan sistemler sürdürülebilir başarıdan yoksundur.

Her geçen gün artan turizm rekabeti, hizmet kalitesini ve turist tatminini beraberinde getirmektedir. Dünya ülkeleri artan rekabette yerini almak için çeşitli stratejiler belirlerken mevcut turizm gelirlerini de korumak zorundadırlar. Bu stratejik yönetim içerisinde turistik ürün çeşitlendirmesi çok önemli bir strateji haline gelmiştir. Turizm içerisinde turist sağlığının yeri turizm sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Çünkü birey ne kadar sağlıklı olursa, o kadar turizm hareketine katılım sağlar. Bu bağlamda sağlık turizmi içerisinde önemli yeri olan medikal turizm hem gelen hem de gelecek olan turistler için önemli bir konudur. Dünya ülkeleri medikal turizm için hem kalitesini hem de gelirlerini artırmak için önemli adımlar atmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin daha çok medikal turizm için çaba sarf etmesi turizm gelirlerinin artması açısından oldukça önemlidir (Kodalak & Baltacı, 2022).

En çok tercih edilen medikal destinasyonlar arasından seçilen ülkelerde, medikal turistlerin en çok yaptırdığı cerrahi işlemler ve medikal turistleri çeken medikal destinasyonların özellikleri denklik göstermektedir. Buna göre medikal destinasyon olarak ön plana çıkmak isteyen ülkelerin sahip olunan ortak özellikler (uygun tedavi maliyetleri, hükümetin desteği, kaliteli sağlık hizmeti sunumu, nitelikli medikal kadrosu ve uluslararası standartlara sahip hastaneleri) konularına dikkat etmeleri ve bu hususta kendilerini geliştirmeleri gerekmektedir (Alp, 2021)

HASTALARA ÖNERİLER

Planlama ve Danışmanlık

Hedef ülke ve klinik hakkında kapsamlı araştırma yapın.

Kliniklerin akreditasyonlarını ve geçmiş hasta yorumlarını inceleyin.

İkinci Görüş Alın

Hem cerrahi planlama hem de riskler için uzmanlardan ikinci görüş almak faydalıdır.

Dokümantasyon ve İzleme

Tüm medikal geçmişinizi, raporlarınızı ve görüntülerinizi yanınızda götürün.

Ameliyat sonrası bakım ve ülkeye dönüşteki takip planını önceden netleştirin.

Yasal Haklar ve Sigorta

Ülkeler arası yasal haklar ve olası komplikasyon durumlarında başvurulacak mercileri bilin.

Uluslararası sağlık sigortasının kapsadığı hizmetleri kontrol edin.

Kültürel ve Dilsel Hazırlık

Dil desteği ve sağlık personeli ile net iletişim, doğru beklenti yönetimi için çok önemlidir.

KAYNAKLAR

Alp, G. (2021). Medikal turistler tarafından en çok tercih edilen medikal turizm destinasyonları ve karşılaştırmaları. *Journal of Travel and Tourism Research (Online)*, 47-79.
Binler, A. (2015). Türkiye'nin medikal turizm açısından değerlendirilmesi ve politika önerileri, T.C. Kalkınma Bakanlığı, Yayın No:2839
Büyük, Özge (2024). Medikal turizmin çok boyutlu yapısı ve tedavi amaçlı seyahatler
Cohen, E. (2008). MedicalTourism in Thailand, AU-GSB e-Journal, 1(1): 24-37.
Connell, J. (2006). Medicaltourism: sea, sun, sandandsurgery, Tourism Management, 27(6): 1093-1100.
Çılgınoğlu, H. (2018). Uluslararası sağlık turizminin ekonomik, hukuki ve idari yönden değerlendirilmesi: Türkiye'deki hastaneler üzerinde örnekleme. (Doktora Tezi). Kastamonu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kastamonu.
Çam, O., & Çılgınoğlu, H. (2021). Sağlık turizmi kapsamında medikal turizmde öne çıkan sağlık uygulamaları. *Oğuzhan Sosyal Bilimler Dergisi*, *3*(2), 197-216.
Edinsel, S., Adıgüzel, O. (2014). Türkiye'nin sağlık turizmi açısından son beş yıldaki dünya ülkeleri içindeki konumu ve gelişmeleri, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(2): 167-190
Ekinci, N. (2020). Medikal Turizm. H. Eriş (Ed.) içinde, Sağlık turizmi (s. 63-88). Ankara: İksad Yayınevi.
Güner, D., & Temizkan, S. P. (2022). Eskişehir'in medikal turizm potansiyeli üzerine nitel bir araştırma. *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research*, *6*(2), 478-498
Harahsheh, S.S. (2002). CurativeTourism in Jordan an Potential Development, (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi), BournemouthUniversity, Thesisforthefulfillment of Main EuropeanTourism Management, United Kingdom
Hsu P, Bullocks J, Matthews M. Infectionprophylaxisupdate. Semin PlastSurg. 2006;20:241–248).
hospitalmanager. (27 Ağustos 2018). Medikal turizminde global perspektif. Erişim Adresi: https://www.hospitalmanager.com.tr/medikal-turizminde-global-perspektif/, Erişim Tarihi: 06.06.2021
İnam, Ö.,& Hotun Şahin, N. (2019). Estetik/kozmetik jinekoloji.
Klavuz, E. (2018). Medical tourism competition: the case of Turkey. International Journal of Health Management and Tourism, 3(1), 42-58.
Koç A. (2021). Kayseri ve Nevşehir İllerinin Sağlık Turizmi Potansiyelinin Tespiti ve Sağlık Turizmi Potansiyelini Artırabilmek İçin Yapılabilecekler. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul.
Köroğlu, G., & Tengilimoğlu, D. (2021). Sağlik Çalişanlarina Göre Medikal Turizm Endeksi Faktörlerinin Değerlendirilmesi. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, *7*(2), 261-275.
Kantarcı, H. B. ve Kurban, A. (2014). Thehealthcareexportandthepotential of healthtourism in Turkey. The Business & Management Review, 5 (1), 416-422.
Kodalak, O.,& Baltacı, M. (2022). Türkiye ve dünya'da medikal turizm. *Avrasya Turizm Araştırmaları Dergisi*, *3*(2), 81-91.
Kitapçı, O. C. (2014). Türkiye'de medikal turizm için model önerisi. (Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
Kantarcı, H. B. ve Kurban, A. (2014). Thehealthcareexportandthepotential of healthtourism in Turkey. The Business & Management Review, 5 (1), 416-422.
Kodalak, O.,& Baltacı, M. (2022). Türkiye ve dünya'da medikal turizm. *Avrasya Turizm Araştırmaları Dergisi*, *3*(2), 81-91.
Lunt, N. ve Carrera, P. (2010). Medical tourism: assessing the evidence on treatment abroad. Maturitas, 66 (1), 27-32.

Muzaffar, F. ve Hussain, I. (2007). Medical tourism: are we ready to take the challenge. Journal of Pakistan Association of Dermatologists, 17 (4), 215-218.
Medigo. (2019). Erişim adresi https://www.medigo.com/blog/medical-tourismfacts-figures/, Erişim tarihi: 8 Şubat 2021.
Milicevic, S. ve Jovanovic, D. (2015). Wellness Tourism-Competitive Basis of European Health Tourism Destination. DIEM: Dubrovnik International Economic Meeting, 2(1), 851-863.
OguzhanJournal of SocialSciences Cilt/Volume: 3 Sayı/Issue: 1 Aralık 2021 December
Pagan, R., ve Horsfall, D. (2020) Medical tourism markets: Models of Sustainability. The case of Spain and the Costa del Sol (Malaga). Sustainability, 12, 2-17.
Popescu, A., Marcuta, A., Marcuta, L., ve Tindeche, C. (2021). Trends in Romania's Tourism Demand and Offer in the Mountain Resorts during the Period 2010-2019. Scientific Papers: Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development, 21(1).
Piazolo, M. ve Zanca, N. A. (2011). MedicalTourism-A Case Studyforthe USA andIndia, Germany andHungary. ActaPolytechnicaHungarica, 8(1), 136-160.
Rahman, A. (2016). Hizmet pazarlama karmasının medikal turizme uyarlanması: Antalya örneği. (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
Sarwer, D. B.,Crerand, C. E., Didie, E. R. (2003). Body dysmorphicdisorder in cosmeticsurgerypatients. FacialPlasticSurgery, 19, 7-17i: 02.09.2009.
Temizkan, S. P.,& Temizkan, R. (2020). Dünyada ve Türkiye'de medikal turizm kapsamında plastik ve estetik cerrahi uygulamaların hizmet pazarlaması karması perspektifinden değerlendirilmesi. *Journal of GastronomyHospitalityand Travel*, *3*(2), 284-298.
TÜSİAD-Sağlık Çalışma Grubu. (2009). Türkiye için yeni bir fırsat penceresi: tıp turizmi görüş belgesi. Erişim Adresi: http://www.tusiad.org/FileArchive/2009.06.11TipTurizmiGorusBelgesi.pdf, Erişim Tarih.
Yeşil, S. (2018). Kamu ve özel hastanelerin medikal turizm hizmetlerinin değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
Yiğit, V. (2016). Kamu hastanelerinde medikal turizminin gelişimini etkileyen faktörler, Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 7(15): 107-119.

YAŞLILARDA CİNSEL SAĞLIĞIN GÖRÜNMEZLİĞİ

Doç. Dr. Ayşe ELKOCA
Gaziantep Islam Science and Technology University, Gaziantep / TURKEY.
ORCID ID: 0000-0002-3936-4122
Emine NERGİZ
Gaziantep Islam Science and Technology University, Graduate Education Institute, Public Health Nursing Master's Student. Gaziantep / TURKEY.
ORCID ID: 0009-0005-1028-3467

ÖZET

Yaşlanma, bireyin fiziksel, psikolojik ve sosyal yapısında çeşitli değişimlere yol açan doğal bir süreçtir. Bu değişimler, yaşam kalitesi ve genel iyilik hali üzerinde doğrudan etkili olmasına rağmen, yaşlı bireylerin cinsel sağlığı sıklıkla ihmal edilmektedir. Cinsel sağlık, yalnızca hastalık veya işlev bozukluğunun yokluğu olarak değil, fiziksel, duygusal, zihinsel ve sosyal açıdan tam bir iyilik hali olarak değerlendirilmektedir. Ancak toplumda yaşlı bireylerin cinselliğe ilgisinin azaldığı veya tamamen sona erdiği yönündeki yaygın inançlar, bu alanın görünmez hale gelmesine neden olmaktadır. Toplumsal normlar, kültürel değerler, mahremiyet algısı ve bireysel çekinceler, yaşlı bireylerin cinsel yaşamını gizlemelerine veya ihtiyaçlarını dile getirmelerine engel olmaktadır. Ayrıca yaşlanmaya bağlı hormonal değişiklikler, kronik hastalıklar, kullanılan ilaçlar ve psikososyal faktörler de cinsel işlevler üzerinde etkili olabilmektedir. Ancak tüm bu etkenler, yaşlılıkta cinselliğin tamamen sona erdiği anlamına gelmemekte; bireyler, cinselliği farklı biçimlerde deneyimlemeye devam etmektedir. Bu derlemede, yaşlı bireylerde cinsel sağlığın görünmezliğine yol açan biyolojik, toplumsal ve kültürel etmenler ele alınmakta ve bu durumun bireyin yaşam kalitesi, özsaygısı ve genel iyilik hali üzerindeki etkileri tartışılmaktadır. Sonuç olarak, yaşlılarda cinsel sağlığın görünür hale getirilmesi ve bu alandaki farkındalığın artırılması, yaşam kalitesini yükseltmek açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: yaşlılık, cinsel sağlık, görünmezlik, yaşam kalitesi, farkındalık

INVISIBILITY OF SEXUAL HEALTH IN OLDER ADULTS

ABSTRACT

Aging is a natural process that leads to various changes in an individual’s physical, psychological, and social structure. Although these changes directly affect quality of life and overall well-being, the sexual health of older individuals is often neglected. Sexual health is defined not only as the absence of disease or dysfunction but also as a state of complete physical, emotional, mental, and social well-being. However, widespread beliefs in society that older individuals lose interest in sexuality or that their sexual lives completely end cause this issue to become invisible. Social norms, cultural values, perceptions of privacy, and individual

concerns prevent older individuals from expressing their sexual lives or voicing their needs. In addition, age-related hormonal changes, chronic diseases, medications, and psychosocial factors may also affect sexual functions. Nevertheless, all these factors do not mean that sexuality completely ends in old age; individuals continue to experience sexuality in different ways. In this review, the biological, social, and cultural factors that lead to the invisibility of sexual health in older individuals are discussed, and the effects of this situation on quality of life, self-esteem, and overall well-being are examined. In conclusion, making sexual health in older individuals visible and increasing awareness in this area are important for improving quality of life.

Keywords: aging, sexual health, invisibility, quality of life, awareness

GİRİŞ

Cinsellik; fetal dönemden başlayarak yaşam boyu devam eden, yalnızca üremeyi değil aynı zamanda cinsel doyumu da içeren, bireyin hem fiziksel hem de ruhsal yönünü kapsayan ve toplumsal kültürel değerlerden etkilenen temel bir gereksinimdir (Toptaş & Aksu, 2020).

Ortalama yaşam süresinin artması ve yaşlılık dönemindeki sağlık göstergelerindeki iyileşmeler, yaşlı nüfusun giderek artmasına neden olmaktadır. Bu durum yalnızca demografik bir değişimi değil, aynı zamanda cinsel sağlıkla ilgili beklentiler de dahil olmak üzere yeni ihtiyaçların ortaya çıktığı farklı bir "yaşlılık" gerçekliğini beraberinde getirmektedir (Reyhan ve ark., 2018). Yaşlılık doğal bir süreç olmakla birlikte, bu süreçte meydana gelen fiziksel, zihinsel, psikolojik ve sosyal değişimler bireylerin cinsel sağlığını etkilemekte ve yaşlılık döneminde cinsellik, sağlıklı koşullarda nitelik ve nicelik olarak azalsa bile devam etmektedir. Yaşlı bireylerde yalnızca fizyolojik süreçlerden ibaret olmayıp aynı zamanda duygusal yakınlık ve yaşam doyumu ile ilişkilidir; yaşlanmaya bağlı değişimler cinsel işlevlerde farklılıklar yaratsa da bu dönemde cinselliğin ortadan kalkmadığı vurgulanmaktadır (Sekizler & Atan, 2023). Buna karşın toplumda, yaşlılık döneminde cinselliğin sona erdiği ya da sürmemesi gerektiği yönünde en sık karşılaşılan cinsel mitlerden biri, yaşlı bireylerin cinsel ilişkide bulunmasının uygun olmadığı düşüncesidir. Nitekim Özmen (1999) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'de bu mitin yaygın olarak benimsendiği ortaya konmuştur (Ören, 2016).

Bu tür yanlış inanışlar, yaşlı bireylerin zayıf, yetersiz ve cinsel açıdan isteksiz olduğu yönünde önyargıların oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, toplumda hem gençler hem de yaşlı bireyler arasında yaygın olan "yaşlılıkta cinsellik yoktur" şeklindeki yanlış algının ortadan kaldırılması büyük önem taşımaktadır. Bu algının değişmesi, yaşlı bireylerin cinselliğinin kabul

edilmesini kolaylaştıracak ve onların cinsel yaşamlarına ilişkin sorunları daha rahat ifade etmelerine katkı sağlayacaktır (Kızıltepe, Ebeoğlu Duman & Çengelci Özekes, 2022).

Bu doğrultuda, yaşlılıkta cinsel sağlığın ele alınması ve yaşlı cinselliğinin görünmezliğine dikkat çekilmesi önem taşımaktadır. Bu derlemede, yaşlı bireylerde cinselliğe yönelik algılar incelenerek konuya ilişkin farkındalık oluşturulması amaçlanmıştır.

YAŞLANMA VE CİNSELLİK

Yaşlanma, bireyin anne karnından başlayıp ölümüne kadar olan süreç içerisinde biyolojik, fizyolojik, psikolojik ve sosyal açıdan değişime uğrayarak yaşamını etkileyen geri dönülmez ve kaçınılmaz bir süreçtir (Tereci et al., 2016).

Yaşlı bireyler için cinsellik, üreme ve cinsel fonksiyonları etkileyen hastalık ve sakatlıkların bulunmamasıyla birlikte, cinsel tepkileri baskılayan ve insan ilişkilerini olumsuz etkileyen korku, utanç, suçluluk ve yanlış inançların olmaması, sosyal ve kişisel etikle uyumlu olarak üreme ve cinsel davranışları kontrol edebilme ve bundan hoşnut olmayı da içermektedir (Reyhan et al., 2018). Cinsellik yaşam kalitesini etkileyen, benlik saygısını arttıran önemli bir faktördür. Her iki cinsiyet içinde, normal sağlıklı şartlarda nitelik ve nicelik olarak azalsa bile 80'li yaşlara kadar devam edebilir (Şen et al., 2015).

Yaşlı kadınların cinsellik algısı

Kadınlarda cinsellik algısı, yaşlanma ile birlikte ortaya çıkan fiziksel ve ruhsal değişimlerden erkeklere kıyasla daha fazla etkilenmektedir. Günümüzde yaşlı nüfusun giderek artmasıyla birlikte, özellikle yaşlı kadınlarda cinsellik, cinsel kimlik algısı ve cinsel sağlığın göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Yaşlı kadınlar açısından cinsel yaşamda ortaya çıkan sorunlar önemli bir durum olmakla birlikte; çekingenlik, utangaçlık ve toplumsal normlar nedeniyle bu sorunların ifade edilmesi çoğu zaman güçleşmektedir. Bu nedenle yaşlı kadınların cinsel sorunlarının belirlenmesi ve uygun şekilde ele alınması, bütüncül sağlık hizmetlerinin önemli bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Çıracı Yaşar & Hintistan, 2020).

Yaşlılıkta cinselliğe yönelik tutumların şekillenmesinde cinsel mitler önemli bir rol oynamaktadır. Toplumda yaygın olarak görülen bu mitler, yaşlı bireylerin cinselliğinin göz ardı edilmesine neden olmaktadır. Özellikle medyada yaşlı bireylerin aseksüel olarak sunulması, cinselliğin yalnızca gençlere özgü olduğu düşüncesi ve menopoz sonrası kadın cinselliğinin sona erdiğine yönelik inanışlar bu yanlış kabuller arasında yer almaktadır (Kızıltepe, Ebeoğlu Duman & Çengelci Özekes, 2022). Bu kapsamda cinsellik, yalnızca gençlik dönemine özgü bir olgu olmayıp, yaşlılık döneminde de bireyin yaşam kalitesini etkileyen önemli bir boyut olarak varlığını sürdürmektedir. Ancak yapılan araştırmalar, yaşlılık döneminde cinsel aktivitenin

azalacağı ya da olumsuz etkileneceği yönündeki toplumsal inanışların özellikle kadınlar üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Buna rağmen bazı çalışmalar, yaşlı kadınların cinselliği önemli bulduğunu ve cinsel yönden aktif olan kadınların daha yüksek cinsel doyum yaşadığını ortaya koymaktadır. Kadınlar açısından cinsellik yalnızca cinsel ilişkiyi değil, eşle paylaşılan duygusal yakınlık ve kaliteli zaman geçirme gibi unsurları da kapsamaktadır (Toptaş & Aksu, 2020).

Yaşlı erkeklerin cinsellik algısı

Yaşlanma süreci ile birlikte cinsel işlevlerde bazı değişikliklerin görülmesi doğal bir durum olarak kabul edilse de, cinsellik erkek kimliğinin önemli bir parçası olmaya devam etmekte ve bireyin kendini yalnızca kronolojik yaştan bağımsız olarak tanımlamasına katkı sağlamaktadır. Buna rağmen toplumda, yaşlılık döneminin cinsellikten arınmış olduğu yönünde yaygın bir algı ve önyargı bulunmaktadır. Oysa yaşlı erkeklerin önemli bir kısmı, uygun koşullar sağlandığında aktif ve tatmin edici bir cinsel yaşam sürdürebilmektedir. Bu yanlış algı ve önyargılar; yaşlı bireyler hakkında var olan cinsel mitler, bireylerin sağlık profesyonellerine cinsel sorunlarını ifade etmede yaşadıkları çekingenlik ve cinsel sağlığın diğer tıbbi sorunlar arasında ikinci planda görülmesi gibi etkenlerle ilişkilidir. Özellikle erkeklerin, cinsel işlev bozukluğu da dahil olmak üzere sağlık sorunları konusunda yardım aramaktan kaçınabildiği bilinmektedir (Chung, 2019). Bu noktada, yaşlanma süreci ile birlikte ortaya çıkan biyolojik ve psikolojik değişimlerin cinsel yaşama da yansıdığı, ancak bu durumun cinselliğin tamamen sona ermesi olarak değerlendirilmemesi gerektiği önem kazanmaktadır. Yaşlanma süreci ile ortaya çıkan değişimlerin doğal bir sonucu olarak cinsel işlevlerde de bazı farklılıklar meydana gelmektedir. Ancak, yaşlı bireylerde cinselliğin tamamen sona erdiğini söylemek yerine, bu durumun daha çok cinsel performansta azalma şeklinde değerlendirilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Nitekim ortalama olarak 80'li yaşlardaki erkeklerin önemli bir kısmının cinsel işlevlerini sürdürebildiği bildirilmektedir (Kızıltepe, Ebeoğlu Duman & Çengelci Özekes, 2022).

YAŞLILARDA CİNSEL SAĞLIĞIN GÖRÜNMEZLİĞİ

Yaşlı bireylerde cinsellik gençlere özgü bir alan olarak algılanmakta, orta yaş döneminde ise bu konu genellikle sessizlikle geçiştirilmektedir. Yaşlılık dönemine gelindiğinde ise cinsellik kimi zaman uygunsuz ya da kabul edilemez olarak değerlendirilebilmekte, bu durum da yaşlı bireylerin cinsel yaşamı hakkında konuşmalarını zorlaştırmaktadır. Benzer şekilde, sağlık profesyonelleri arasında da yaşlı bireylerin cinselliğine yönelik olumsuz tutumların bulunması veya bu konunun göz ardı edilmesi dikkat çekmektedir (Apak & Yılkan, 2020).

Cinsel Sağlığın Görünmezliğinin Nedenleri

Cinsel sağlık, yaşlı bireylerin yaşam kalitesi ve genel sağlık durumu için önemli bir boyuttur, ancak birçok faktör nedeniyle bu konu genellikle göz ardı edilmektedir. Öncelikle, toplumda yaşlı bireylerin cinselliğine ilişkin yanlış toplumsal algılar ve tabular hâlâ güçlüdür; bu algı, yaşlılıkta cinselliğin azalacağı veya sona ermesi gerektiği gibi yanlış inançlara yol açarak konunun konuşulmasını engeller (Temizkan Sekizler & Ünsal Atan, 2023). Her ne kadar cinsellik; insanların doğumdan ölüme değişmeyen ihtiyaçlarından olsa da, toplumda yaşlı insanların aseksüel oldukları ya da yaşlılarda cinselliğin yaşanmaması gerektiği gibi genel bir toplumsal düşünce ve fiziksel cekiciliğin gençlik ve güzellik üzerine kurulu olması gibi yanlış önyargılar da bulunmaktadır. Genel olarak toplum, sıklıkla yaşlılar arasındaki cinselliği, var olmaması gereken, komik ve/veya iğrenc bir durum olarak düşünebilmekte yaşlı bireyler de bu algıyı içselleştirerek cinsel isteklerinin devam etmesinden çekinmekte ve cinsel davranışlardan kaçınabilmektedirler (Karakartal, 2020).

Ayrıca kültürel inançlar, önyargılar yaşlı insanların cinselliğinin kabulünde yaygın bir direnç gösterilmesine yol açmaktadır. Batı toplumunda genç yaşlarda, güzellik ve fiziksel çekiciliğin, romantizm ve cinsellikte önemi ciddi olarak ele alınır. Yaşlanma ile beraber fiziksel değişikler cinselliği ve istekleri azaltır. Sonuçta genç toplumun düşüncesinde seksüel aktivite yaşlılar için anormal veya sapıkça olarak sınıflandırılır. Ayrıca bu davranışların geri yansımaları yaşlıları da etkilemektedir ve genellikle toplumun inanç ve beklentilerine göre yaşayan yaşlılarda böyle düşündüklerini belirtmektedirler. Yaşlılıkta cinsel aktiviteyi azaltan ana öğeler, isteksizlik veya kapasitesizlik değil beklentilerin azalması, kişilerarası ilişkilerin ve beden imajının olumsuz etkilenmesidir (Aksu & Şirin, 2007).

Cinsel Sağlığın Görünmezliğinin Etkileri

Her ne kadar cinsellik farklı yaş grupları üzerine çok sayıda çalışmada ele alınmış olsa da, dünya nüfusunun yaşlanmasıyla birlikte yaşlı yetişkinlerin cinsel yaşamına yönelik araştırmaların artırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Cinsellik, insan yaşamının önemli ve bütüncül bir parçası olup hem sağlık sorunlarının ortaya çıkmasında rol oynayabilmekte hem de mevcut sağlık durumundan etkilenebilmektedir. Bu yönüyle, yaşlı bireyler için genel sağlık durumunun ve yaşam kalitesinin önemli bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Boyacıoğlu et al., 2023).

Psikolojik Etkiler

Yaşlı insanlarda cinselliği etkileyen psikososyal faktörler, herhangi bir yaştaki cinselliği etkileyen faktörlere büyük ölçüde benzemektedir. Evlilik doyumu, yaşam değişiklikleri,

cinsiyete ilişkin yanlış kanılar, depresyon, aksiyete, partner kaybı, ölüm kokusu, uyku bozuklukları, demans gibi faktörler psikolojik sorunları tetikleyip cinselliği olumsuz etkilemektedir (Karakartal, 2020).

Sosyal Etkiler

Yaşlı kesimin cinsel çekimi ifadesi utanç verici olarak nitelenebilmekte, sosyal açıdan yaşlı kesimin cinsel imajları dikkate alınmamaktadır. Bu olumsuz tutum sebebiyle yaşlı bireylerin yeterli cinsel sağlık hizmeti almaları engellenmektedir.(Şen et al., 2015). Ayrıca, toplumun cinselliği tabu hâline getirmesi, bireylerin ihtiyaçlarını ifade etmesini zorlaştırır ve soyutlanmayı derinleştirir.

Fiziksel Etkiler

Cinsel sağlık sorunlarının göz ardı edilmesi, fiziksel işlevleri de olumsuz etkiler. Ereksiyon problemleri, hormonal değişiklikler veya vajinal kuruluk gibi durumlar erken müdahale edilmediğinde daha da kötüleşebilir (Aydın & Korkmaz Aslan, 2021).

Yaşam Kalitesi Üzerindeki Etkiler

Cinsel tatmin, yaşam kalitesi üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Cinsel ihtiyaçların karşılanmaması, mutluluk, doyum ve genel yaşam kalitesini düşürebilir. (Demir, Karabulutlu & Yılmaz, 2023).

Sağlık Sistemine Etkiler

Cinsel sağlığın ihmal edilmesi, sağlık hizmetlerinin etkin kullanılmasını da engeller. Yaşlı bireyler sorunlarını doktorlarıyla paylaşmakta çekingen davranır; bu da erken teşhis ve tedaviyi geciktirir (Demir, Karabulutlu & Yılmaz, 2023). Dolayısıyla hem bireysel hem de toplumsal sağlık açısından olumsuz sonuçlar ortaya çıkar.

YAŞLILARDA CİNSEL SAĞLIĞIN ÖNEMİ VE FARKINDALIK

Cinsel sağlık, bireylerin genel sağlığından ayrı düşünülmemeli ve mutlaka değerlendirilmelidir. Bunun yanı sıra, toplumda yaşlılıkta cinsel yaşamın olmadığı konusundaki yanlış inancın değişmesi, farkındalığın artırılması ve olumlu tutumun gelişmesiyle yaşlı bireylerin yaşam kalitelerinin ve benlik saygılarının artırılması sağlanmalıdır. (Temizkan Sekizler & Ünsal Atan, 2023).

HALK SAĞLIĞI HEMŞİRESİNİN YAŞLI CİNSELLİĞİNDE ROLÜ

Toplumda yaşlılık dönemine ilişkin yerleşmiş önyargılar, cinselliğin bu yaş grubunda önemsiz ya da yok sayılması gerektiği yönünde yanlış bir algı oluşturmaktadır. Bu algıya ek olarak, sağlık profesyonellerinin de yaşlı bireylerde cinselliği yeterince değerlendirmediği ve çoğu zaman bu konuyu göz ardı ettiği bildirilmektedir .Bu bağlamda halk sağlığı hemşirelerinin,

yaşlılık döneminde ortaya çıkan fiziksel, bilişsel, duygusal ve sosyal değişimlerin farkında olması büyük önem taşımaktadır. Halk sağlığı hemşiresi başta olmak üzere hemşireler, bireyin bütüncül sağlık yaklaşımı içinde değerlendirilmesini sağlamalı ve bu değişimlere bağlı olarak gelişebilecek cinsel sağlık gereksinimlerini göz ardı etmemelidir. Uygun değerlendirme, danışmanlık ve eğitim yaklaşımlarıyla hemşireler, yaşlı bireylerin cinsel sağlığının korunmasına ve yaşam kalitesinin artırılmasına önemli katkı sağlayabilir. (Temizkan Sekizler & Ünsal Atan, 2023).

SONUÇ

Yaşlı bireylerde cinsel sağlığın görünmezliği, yalnızca yaşlanmaya bağlı biyolojik değişimlerle açıklanamayacak kadar çok boyutlu bir olgudur. Toplumsal önyargılar, kültürel değerler, cinsel mitler ve sağlık profesyonellerinin konuya yönelik tutumları, yaşlı bireylerin cinsel sağlıklarının göz ardı edilmesine neden olmaktadır. Bu durum, bireylerin cinsel ihtiyaçlarını ifade edememelerine, sağlık hizmetlerinden yeterince yararlanamamalarına ve dolayısıyla yaşam kalitelerinin olumsuz etkilenmesine yol açmaktadır. Oysa cinsel sağlık, yaşam boyu devam eden temel bir gereksinim olup yaşlılık döneminde de bireyin fiziksel, psikolojik ve sosyal iyilik halinin önemli bir belirleyicisidir. Yaşlanma ile birlikte cinsel yaşamın biçim değiştirmesi doğal bir süreç olmakla birlikte, bu durum cinselliğin tamamen sona erdiği anlamına gelmemektedir. Bu nedenle yaşlı bireylerin cinsel sağlığının bütüncül sağlık hizmetleri kapsamında ele alınması gerekmektedir.

Sonuç olarak, yaşlılarda cinsel sağlığın görünür hale getirilmesi; toplumsal farkındalığın artırılması, cinsel mitlerin azaltılması ve sağlık profesyonellerinin bu konuda daha duyarlı ve kapsayıcı bir yaklaşım geliştirmesi ile mümkündür. Bu doğrultuda yapılacak eğitim, araştırma ve politika çalışmaları, yaşlı bireylerin yaşam kalitesinin artırılmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Aksu, H., & Şirin, A. (2007). Yaşlilik ve cinsel yasam. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, *23*(2), 243-253.

Apak, E., Yılkan, İ. (2020). Üniversite Öğrencilerinin Yaşlı Cinselliğine Yönelik Algılarının Metafor Analizi ile İncelenmesi. Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi 4(3), 64-72

Aydın, M., & Korkmaz Aslan, G. (2021). Yaşlı bireylerde cinsellik ve hemşirelik yaklaşımı. Türkiye Klinikleri Hemşirelik Bilimleri Dergisi, 13(3), 789–796.

Boyacıoğlu, N. E., Oflaz, F., Karaahmet, A. Y., Hodaei, B. K., Afşin, Y., & Erpolat Taşabat, S. (2023).

Chung E. (2019). Sexuality in Ageing Male: Review of Pathophysiology and Treatment Strategies for Various Male Sexual Dysfunctions. *Medical sciences (Basel, Switzerland)*, *7*(10), 98.

Çıracı Yaşar, Y., & Hintistan, S. (2020). Yaşlılık –Kadın ve Cinsellik. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 5(1), 15-18.

Demir, G., Karabulutlu, Ö., & Yılmaz, D. (2023). Sağlık profesyonellerinin yaşlılarda cinsel sağlığa yaklaşımı. Sağlık ve Toplum Dergisi, 33(1), 72–80.

Ebeoğlu, M., Kızıltepe, R., & Çengelci Özekes, N. B. (2021).
Karakartal, D. (2020). Yaşlılıkta cinselliği etkileyen psiko-sosyal faktörler. *Uluslararası Beşeri Bilimler ve Eğitim Dergisi, 6*(13), 118-127.
Kızıltepe, R., Ebeoğlu Duman, M., & Çengelci Özekes, N. B. (2022).
Ören, M., Kızıltepe, R., & Çengelci Özekes, B. (2016). Yaşlılıkta cinsellik. Ege Tıp Dergisi, 55(Özel Sayı), 1–6.
Özdemir, L. (2019). Yaşlılıkta cinsellik ve toplumsal bakış açısı. Toplum ve Sosyal Hizmet, 30(2), 615–630.
Özerdoğan, N., & Arık, E. (2018). İhmal edilen bir konu: Yaşlılıkta cinsellik. Sağlık Bilimleri Dergisi, 27(1), 76–79.
Reyhan, F., Özerdoğan, N., & Arık, E. (2018). İhmal edilen bir konu: yaşlilikta cinsellik. *Sağlık Bilimleri Dergisi, 27*(1), 76-79.
Sekizler, E. T., & Atan, Ş. Ü. (2023). Yaşlılık ve cinsel sağlık. *Geriatrik Bilimler Dergisi, 6*(1), 52-59. *
Şen, S., Usta, E., Aygin, D., & Sert, H. (2015). Yaşlılık ve cinsellik konusunda sağlık profesyonellerinin yaklaşımları. *Androloji Bülteni, 17*(60), 64-67.
Tereci, D., Turan, G., Kasa, N., Öncel, T., & Arslansoyu, N. (2016). Yaşlılık kavramına bir bakış. *Ufkun Ötesi Bilim Dergisi, 16*(1), 84-116.

TÜRKİYE'DE TOPLUMSAL CİNSİYET ROLLERİ VE KADIN DİNDARLIĞI: MODERNLEŞME SÜRECİNDE DÖNÜŞÜM VE MÜCADELE

Dr. Rukiye KARDAŞ YALÇIN
Harran Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi,
ORCID ID: 0000-0002-2961-7886h

ÖZET

Bu çalışma Türkiye'deki modernleşme süreci içerisinde toplumsal cinsiyet rolleri ve kadın dindarlığı arasındaki etkileşimi incelemektedir. Türkiye'de Modernleşme süreciyle birlikte kadınların toplumsal hayatta ve kamusal alanda yer almaya başlaması onlara dini kimliklerini ve konumlarını sorgulama imkânı vermiştir. Bu sürece pek çok açıdan bakılabilir. Öncelikle dindar kadınların eğitim düzeyinin artması aynı zamanda toplumsal cinsiyet eşitsizliğiyle etkin bir mücadeleyi beraberinde getirmiştir. Eğitim seviyesi arttıkça dindar kadınlar, sadece bireysel olarak güçlü hale gelmemiş, toplumsal cinsiyet eşitsizliği konusunda kolektif bilincin gelişmesine de katkı sunmuşlardır. Ayrıca bu kadınlar kimliklerini yeniden inşa etmeye çalışırken özellikle çoğulcu eğitim ortamlarında farklı kimliklerle bir araya gelme olanağı bulmuşlardır. Dindar kadınlar eğitim sayesinde kendilerini açık bir şekilde ifade etme konusunda deneyim kazanarak bireysel ve toplumsal haklarını savunma fırsatı bulmuşlardır. Türkiye'de dindar muhafazakâr kadınların dini kimliğini inşa ederken özellikle ilk başlarda toplumsal cinsiyet normlarının etkisinde kaldıkları söylenebilir. Ancak bu kadınlar zamanla Feminizmin de etkisiyle toplumsal cinsiyet rollerinin yeniden inşa edilmesine, kadınların dindarlık deneyimlerini istediği gibi yaşamalarına ve toplumdaki cinsiyet eşitsizlikleriyle mücadeleye büyük katkılar sağlamışlardır. Dindar kadınlar aynı zamanda ataerkil kodları sorguladıkları, kadının dindeki yerini tartışan ve yorumlayan bir dindarlık tipi geliştirmişlerdir. Bu dindarlık tipi farklı özellikler barındıran ancak nihai anlamda erkek egemenliğine itiraz eden bir yapıdadır ve bu dindarlık tipi değişmeye devam etmektedir.

Anahtar kelimeler: Din Sosyolojisi, Modernleşme, Türkiye, Dindarlık, Toplumsal Cinsiyet, Cinsiyet Rolleri, Cinsiyet Eşitsizliği.

GENDER ROLES AND WOMEN'S RELIGIOSITY IN TURKEY: TRANSFORMATION AND STRUGGLE IN THE MODERNIZATION PROCESS

ABSTRACT

This study examines the interaction between gender roles and women's religiosity within the modernization process in Turkey. With the modernization process in Turkey, women's participation in social life and public spheres gave them the opportunity to question their

religious identities and positions. This process can be viewed from many perspectives. First of all, the increase in the education level of religious women has also brought about an effective fight against gender inequality. As the level of education increased, religious women not only became individually stronger but also contributed to the development of collective awareness about gender inequality. In addition, while these women were trying to rebuild their identities, they found the opportunity to come together with different identities, especially in pluralistic educational environments. Through education, religious women gained experience in expressing themselves openly and had the opportunity to defend their individual and social rights. It can be said that religious women in Turkey were influenced by gender norms, especially in the beginning, while constructing their religious identity. However, over time, with the influence of feminism, these women have made great contributions to the reconstruction of gender roles, enabling women to experience religiousness as they wish, and combating gender inequalities in society. Religious women have also developed a type of religiosity in which they question patriarchal codes and discuss and interpret the place of women in religion. This type of religiosity has different characteristics but ultimately objects to male dominance.

Keywords: Sociology of Religion, Modernization, Turkey, Religiosity, Gender, Gender roles, Gender inequality.

GİRİŞ

Din, içerdiği derinlik ve toplumdaki görünümleri açısından küresel ölçekte yaşanan gelişmelerle birlikte tartışılmaya ve analiz edilmeye devam edilen ve dikkatleri sürekli üzerine çeken bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır (Tekin, 2003,15). Dini inanç, pratik ve algıların toplumsal cinsiyet üzerinde oldukça büyük bir etkisi bulunmaktadır. Dinler toplumdaki bireylerin hayatı yaşama tarzlarını, kültürel değerlerini ve tutum ve davranışlarını etkilemekte ve yönlendirmektedir. Dini metin ve referanslardaki kadın ve erkeklerin toplumsal hayattaki rol ve ödevlerine yönelik farklı vurgular ve uygulamalar bulunmaktadır. Bu metin ve referanslardaki bazı vurgu ve yorumlar toplumsal hayatta cinsiyet eşitsizliğinin artmasına yol açabilmektedir. Dini kabullerle oluşturulan kurallar toplumsal hayatta kadın ve erkeklerin kendi kimliklerini inşa etmesinde ve yaşam tarzlarını belirlemede etkili olabilmektedir. Bu etkililiğin sadece bireysel değil toplumsal düzlemde de önemli sonuçlar oluşturduğunu söylemek gerekir. Dinin birey ve toplumlar üzerindeki etkisi bütün dinlerde olduğu gibi İslam dini için de geçerli bir durumdur. Müslüman ülkelerde toplumsal cinsiyetle ilgili kavram ve ideolojiler üzerine yapılan analizlerde İslam dininin rolüne vurgu yapılmaktadır. İslam'ın kadınlarla ilgili

alanlarda özgür bir tutumunun olup olmadığı hem feminist hem de feminist olmayan yaklaşımlar tarafından tartışılmaktadır. Bu tartışmalarda elde edilen yorum ve değerlendirmeler dinin buyurduğu eşitsizliklerin savunulması veya dini metinlerle ilgili ilerlemeci yorumlar arasında gidip gelmektedir (Kandiyoti, 1997, 84). Deniz Kandiyoti (1997, 69) Türkiye'nin bu konuda benzersiz bir Müslüman ülke olarak karşımıza çıktığını savunmaktadır. Ona göre Türkiye'nin tarihsel süreçte hiçbir zaman sömürge bir konumda olmaması, Türkiye'deki kadın haklarıyla ilgili tepkisel tutum ve tavırların Batı sömürüsü altında kalan Müslüman ülkelerdekiyle aynı düzey ve şiddette olmamasına zemin hazırlamıştır. Bu açıdan bakıldığında Türkiye'deki toplumsal cinsiyetle ilgilenen kadınların yaşadıkları koşulların bir sonucu olarak bazı çelişkiler barındırdığını ve toplumsal cinsiyet çıkarları doğrultusunda ortak bir fikir etrafında birleşemediklerini söylemek gerekir. Bu anlamda Türkiye'deki kadın hareketleri İslamî eğilimler barındıran fikirlerden laik ve seküler yapılara uzanan çeşitlilikler barındırabilmektedir (Kandiyoti, 1997, 172).

Eğitim, toplum, siyaset, ekonomi gibi alanlardaki değişimler kadının bulunduğu konumları etkilemekte ve aynı zamanda kadınların zihinsel dönüşümlerine zemin hazırlamaktadır. Ancak bu durumun kadınlarla ilgili tutum ve pratiklerde gerilim ortaya çıkardığını da söylemek gerekir. Bugün toplum içerisinde kadının ilgilendiği ve elinin değdiği pratiklere bakıldığında değişim açık bir şekilde gözlemlenmektedir (Tekin, 2021, 111). Cinsiyet meseleleri klasik İslam toplumlarında genel itibariyle tartışmaların ana konusu değilken modern dönemde bu durum değişmiş ve bu meseleler yoğun bir gündem oluşturmaya başlamıştır. Modernleşme kentleşme, kadınların iş hayatına atılmaları, eğitim seviyesinin yükselmesi ve kadınların eğitim fırsatlarından istifade etmesinin artışı gibi durumlar muhafazakâr alanın dönüşümüne zemin hazırlamıştır. Klasik yaklaşımlarda kadınlar ev-aile içi sorumluluk ve görevlerle nitelendirilirken bu durumun zamanla değiştiği ve bu konunun sıklıkla eleştirildiği bir sürece evrilmiştir. Günümüzde dindar kadınlar profesyonel iş ve meslek alanlarında çalışmakta ve önemli görevler üstlenmektedirler (Ören, 2022, 214). Türkiye'nin modernleşme serüveninde kadın konusu pek çok farklı boyutla tartışma malzemesi olarak yerini korumaktadır. Sosyal değişmelerde değişim süresince kadınlar baş aktör olarak görülebilmektedir (Coşkun, 2011, 28).

Türkiye'de dindar kadınların etkili konumlarda yer alması birtakım sonuçlar doğurmaktadır. Bu kadınların eğitim öğretim süreçlerinde etkin rol alması pek çok konuda yeni bir okuma ve sorgulama biçimi geliştirmelerine olanak sağlamıştır. Feminist tartışmaların gündemleri, ataerkilliği eleştiren analiz ve çıkarımlar eğitim-öğretim sahasında yer alan bu muhafazakâr

dindar kadınları pek çok açıdan etkilemiştir (Ören, 2022, 221). Bu etkilenmeyle birlikte dindar kadınların geleneksel ve ataerkil düşünce ve yaklaşımlardan uzaklaşarak dini kaynakları kadın bakış açısıyla yorumladıklarını ve yeni bir dindarlık tipolojisi geliştirdiklerini söylemek mümkündür.

Araştırmanın Yöntemi

Nitel araştırmalar, sosyal bilimlerdeki karmaşık konuları anlamak için ve derinlemesine analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir. Nitel araştırmalarda veriler gözlem, görüşme ve dokümanlar aracılığıyla elde edilmektedir (Lune, Berg, 2017, Batton, 2015, 39). Veri kaynakları olarak kullanılan dokümanlar sosyal araştırmalarda önemli bir yer tutmakta ve araştırmacılara farklı bakış açıları sunmaktadır. Doküman incelemesi sürecini Belkıs Kümbetoğlu (2005, 145) şu aşamalarda incelemektedir: Öncelikle araştırmacı değişik bakış açıları sunan dokümanlara ulaşmalıdır. Bu dokümanlara ulaştıktan sonra orijinalliğini gözden geçirmeli ve anlamaya çalışmalıdır. Bu aşamadan sonra da dokümanlardan edinilen veriler analiz edilerek araştırmada kullanılmalıdır. Nitel analiz yapılırken dokümanların incelendiği süreç araştırmada derinliği artıran bir durumdur. Araştırmacı konuyla ilgili metinleri okuyarak yeni bakış açıları geliştirebilir. Bu çalışmada Türkiye'de Modernleşme sürecinde kadın dindarlığının nasıl dönüştüğü ve muhafazakâr kadınların yaşadığı dönüşümle ilgili dokümanlar incelenerek konuyla ilgili genel bir değerlendirme yapılmaktadır. Türkiye'de kadın dindarlığının doküman incelemesi metoduyla elde edilen veriler sadece akademik bir değer taşımakla sınırlı kalmayıp aynı şekilde toplumsal anlamda değişimlerin analiz edilmesine yardımcı olmaktadır.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, modernleşmeyle birlikte Türkiye'deki toplumsal cinsiyet bağlamında dinin rolünü ve dindar kadınların sosyal konumlarındaki ve dindarlık anlayışlarındaki dönüşümü derinlemesine incelemektir. Nitel analiz yöntemiyle, ilgili dokümanlardan elde edilen verilerin sistematik bir şekilde incelenmesi, araştırmanın derinliğini artırarak, toplumsal normlar, kültürel dinamikler ve dini referansların kadınların hakları ve toplumsal roller üzerindeki etkilerini anlamaya olanak tanımaktadır. Böylece, dindar kadınların deneyimleri, yeni kimlik inşası ve mücadeleleri daha iyi anlaşılarak, toplumsal cinsiyet eşitliği mücadelesine dair yeni perspektifler geliştirmek hedeflenmektedir.

1. TÜRKİYE'DE TOPLUMSAL CİNSİYET EŞİTSİZLİĞİ VE MÜCADELE ALANLARI

Toplumsal cinsiyet rolleriyle ilgili konular genellikle kadınları ilgilendiren sorun ve meseleler olarak anlaşılmakta ve bu konudaki çözümler de bu yaklaşımla üretilmeye çalışılmaktadır. Aslında toplumsal cinsiyet rolleriyle ilgili eşitsizlikler kadın ve erkeği birlikte etkileyen toplumsal sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Budak ve Küçükşen, 2018, 574). Ancak toplumun ürettiği kadınlık olgusunun kadınları erkeklere oranla daha zor şartlara maruz bıraktığı pek çok örnekle belirgin hale gelmektedir. Özellikle Türkiye'de kadın olarak zor şartlarda yaşayan kadınlar dikkat çekmektedir. Türkiye'de hala bazı aileler kız çocuklarını eğitim öğretim süreçlerine katmamakta ve erken evlendirmektedir. Her ne kadar kadın hakları yasal olarak güvence altına alınmış olsa da pratikte kadınlar erkeklerle eşit fırsat ve haklara sahip olamamaktadır. Bu durum sürecin sadece yasal düzenlemelerle çözülebilecek bir mesele olmadığını ve bu konuda kadını ötekileştiren zihniyetin değişmesi gerektiğini düşündürmektedir (Bingöl, 2014, 114). Türkiye'de günümüzde uzun yıllardan beri süregelen, kadınların maruz kaldığı şiddet, ayrımcılık, eşitsizlik gibi durumlar toplumsal cinsiyet eşitsizliğini sonlandırma konusunda büyük engeller teşkil etmektedir. Toplumdaki gelenekler kadınları baskı altında tutmayı ve sürekli denetlemeyi içeren örneklerin yoğunluğunu taşımaktadır. Böyle bir toplumda kadınlar ev içi alanla sınırlı tutularak onlardan itaatkâr, uysal ve bakımlı olmaları istenmiştir. (Özbudun, 2016, 103-104). Kadınların sosyal ve geleneksel normlara uygun hareket etmeleri gerektiğini savunan, kadın ve erkeklerin farklılıklarına vurgu yapan söylemler sürekli bir şekilde kendini yenilemektedir (Demir Gürdal ve Odabaş, 2014, 46).

Toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin var olmasında gelenekler kadar dinin de etkisi büyüktür. Kadının toplumsal hayattaki yeriyle ilgili dinin konumu farklı açılardan ele alınmaktadır. Bazı durumlarda dinin bu eşitsizliğe sebep olduğu savunulurken, bazen de dini referanslarda kadının yerini sağlamlaştıran ve kadınlara yeni haklar sunan içeriklere vurgu yapılmaktadır. Bu açıdan kadının dindeki konumu açık bir şekilde anlaşılamamaktadır (Toker, 2009, 20). Türkiye'de dinin cinsiyetler üzerindeki rolleri modernleşme, küreselleşme gibi akımlardan da etkilenmektedir. Özellikle son birkaç on yılda bazı kadınlar İslam'ın kadınlarla ilgili eşit, özgür yorumlarını ön plana çıkararak İslam'ın liberal bir din olduğuna işaret etmektedirler. Ancak buna rağmen İslam'ın geleneksel yorumları bu yeni fikirlerle çatışmakta ve bu durum, kadınların işini zorlaştırmaktadır. Bu anlamda Türkiye'de toplumsal cinsiyet ve İslam ilişkisi, kompleks bir özellik göstermektedir. Çünkü bu konuda geleneksel ve modern yaklaşımlar

çatışarak toplumsal cinsiyet eşitsizliğini körüklemektedir. Bu açıdan dini metinler ve bunların geleneksel yorumları sebebiyle pek çok kadının ayrımcılığa maruz kaldığını söylemek mümkündür (Karakaya, 2018, 55).

Türkiye'de kadınların ayrımcılığa maruz kalmasında dindar olmayan bireylerin ve otoritelerin de etkisi bulunmaktadır. Bu ayrımcılığın en büyük mağdurları dindar başörtülü kadınlar olmuştur. Dindarlığın en görünür ve somut hali olan başörtüsü meselesi, başörtülü kadınları hem siyasal hem de toplumsal olarak zorluklarla karşı karşıya getirmiştir. Başörtüsü yasaklarıyla başlayan mağduriyet, Nazife Şişman'a göre (2018, 123, 129) hem dindar erkekler hem de birkaç istisna dışında Türkiyeli feministler tarafından da desteklenmiştir. Dindar erkekler geleneksel değerlerle çatıştığı için başörtülü kadınların var olma mücadelesini destekleme konusunda çok pasif davranmışlardır. Dindar olmayan feministler için de başörtüsü çoğunlukla geriye dönüşün bir temsili olarak görüldüğü için onlar başörtülü kadınları olabildiğince ötekileştirmeyi tercih etmişlerdir. Dindar kadınlar esasında politikada, yazın dünyasında, eğitimde ve toplumun pek çok alanında var olmaya ve karar mercii haline gelmeye başlamışlardır. Ancak bu durumun görünen yüzüdür. Görünürde erkeklerle eşit hak ve özgürlüklere sahip olsalar bile dindar kadınlar erkeklerin sahip olduğu seviyenin çok gerisinde kalmaktadırlar (Mert, 2020, 557). Bu durumda da yasal hakların tek başına yeterli olmadığı görülmektedir. Geleneksel ve modern yaklaşımların çatışması ve dindar kadınların özellikle başörtüsü, eğitim ve meslek edinme hakkı gibi durumlar üzerinden maruz kaldıkları ayrımcılık ve dışlanma dindar kadınların mücadele alanının başlangıcı sayılabilir. Bu konularda olumlu gelişmeler yaşanmakla birlikte toplumun pek çok kesiminde ataerkil mantalitenin devam ettiği de büyük bir gerçeklik olarak varlığını devam ettirmektedir.

2.TOPLUMSAL CİNSİYET NORMLARI VE YENİ KADIN DİNDARLIĞI

Toplumsal cinsiyet normları kadınların toplum içindeki rollerinin mahiyetiyle ilgili ipuçları vermektedir. Ayrıca toplumsal cinsiyet normları kadının toplum içindeki sosyo-ekonomik ve kültürel anlamdaki konumunu belirlemede de büyük önem taşımaktadır. Toplumsal cinsiyetle ilgili anlayış ve tutumların gelişmesinde toplumdaki dinin yeri ve uygulama tarzı çok önemli bir yere sahiptir. Bir toplumdaki cinsiyet kültürü toplumun kadın ve erkeklerden beklentilerini, gündelik hayatla ilgili, evlenme, ölüm, aile tipleri, kıyafet tarzları gibi pek çok şeyi etkilemektedir. İnsanlar yaşamlarını sürdürürken bu etkileşime dahil olmaktadır. Toplum insanlardan bu rolleri ve değerleri dikkate almasını istemektedir (Güven: 2018, 411). Modernleşme sürecinde Türkiye toplumsal cinsiyet normları ve feminist hareketlerin etkisi altında kalmıştır. Kadınların eğitim, çalışma ve meslek hayatı ve politikada var olmaya ve yer

almaya başlamasıyla birlikte toplumsal cinsiyet eşitliğiyle ilgili konular gündem meselesi haline gelmiştir. Ancak bu mesele yoğun bir şekilde tartışılsa da cinsiyetlerin toplum içindeki rolleri ve özellikle dindar kadınların toplumsal konumu konusunda pek çok eşitsizliğin devam ettiği gözlemlenmektedir. Bu şekilde toplumdaki insanların hayatına yön veren toplumsal ilişkileri düzenleyen önemli bir kavram olan toplumsal cinsiyetin Türkiye'deki yansımaları kültürel, dini ve tarihsel bağlamlarla iç içe geçmiş kompleks bir yapıdadır. İslam dini de Türkiye'deki toplumsal cinsiyet normlarını ve kadınların toplumsal konumunu belirleyen önemli bir yapı taşıdır. Ancak toplumsal cinsiyet normları ve kadınların konumuyla ilgili tek bir İslami tutumdan söz edilemez. İslami hareketlerin içinde pek çok katman ve görünümler bulunmaktadır. Pek çok yorum farklılığının olduğu ve bu yorumların farklı dinsel pratikler ve görüntülerin ortaya çıkardığı aşikardır (Avcı, 2018, 23).

Feminist düşünce Türkiye'nin tarihi seyrinde öncelikle dindar olmayan kesim tarafından benimsenmiştir. Feminist hareket zamanla kendilerini Müslüman olarak tanımlayan ve kendilerini 'İslamcı feminist' olarak gören kadınları da etkilemeye başlamıştır. Buradaki 'İslamcı' ibaresi Türkiye'deki dini ve siyasi yönelimli kadınların aktivist hareketlerini yansıtmaktadır. Bu kadınlar siyasi aktivist hareketlerin kaynağı olarak İslami ilke ve referansların onaylanmasını savunmuşlardır (Aldıkaçtı Marshall, 2008, 226). Dindar kadınlar diğer kadınlar gibi modernleşme ile birlikte gelişen çelişki ve zıtlıkları gözlemleme fırsatı bulmuşlardır. Dindar erkek ve kadınlar feminist söylemin etkisinde kalarak özellikle miras, çok eşlilik, şahitlik gibi hukuki konularda sorgulama yoluna gitmişlerdir. Bu konularda kadın haklarıyla ilgili modern söylemlerin benimsenmesi ve farklı gruplarla bir araya gelmenin katkısı yadsınamaz (Şişman, 2018, 123, 124). Dindar feminist söylem Nazife Gürhan'a göre (2010, 381) bir taraftan pek çok İslam ülkesindeki toplumsal cinsiyet eşitsizliğine itiraz ederek ataerkil gelenekleri eleştirirken bir taraftan da Kur'an'ı tekrar gözden geçirip yorumlayarak toplumdaki eşitsizliklerin sebebinin o toplumlardaki gelenekler olduğunu ifade etmeye çalışan bir hareket olmaya çalışmıştır. Sibel Özbudun (2016, 134-135) İslami feminizmin Arap İslam toplumlarında 20. Yüzyılın sonlarında ortaya çıkan ve Batı dünyası tarafından da desteklenen bir akım olduğunu ifade etmektedir. Bu akım siyasal İslam'ın toplumu muhafazakarlaştırma karşısında kadının mağduriyetinin çözülmesi adına 1990'lı yıllarda ivme kazanmıştır. Bu açıdan bu hareket siyasal İslam'a bir itiraz mahiyetindedir. Ancak dindar kadınlar siyasal İslam'ı eleştirirken öncelikle yine Kur'an'ı referans almışlardır. İslamcı Feminizmin temel kaynağı Kur'an olsa da Feminizmin gündem maddeleri olan kadın-erkek eşitliği gibi konular da bu süreçte tartışılmaya başlanmıştır (Yılmaz, 2015, 144).

Bu anlamda dindar kadının Türkiye'deki tarihsel arka plana bağlı olarak konumlandırılması ve onların yaşam tarzlarının çözümlenmesi zor bir husustur. Genellikle 'çağdaş kadın'ın karşısında konumlandırılsa da (İlyasoğlu, 2015, 50) dindar kadınların modernleşme süreçleriyle iletişim ve etkileşim tarzı farklılıklar barındırarak onlar hakkındaki analizleri zorlaştırmaktadır. Dindar kadınlar aktif bir düşünce ve eylem içinde bulunmakla birlikte yine de bu kadınların modernleşmeyle etkileşiminin nasıl ve ne düzeyde olacağı hakkında erkeklerin belirleyici bir rol oynadığı bir süreç gözlemlenmektedir (İlyasoğlu, 2015, 36). Ancak bu durumun zamanla değişmeye yüz tuttuğunu söylemek gerekir. Kadın dindarlığı, dindar kadınların toplumsal hayatta var olmaya başlaması, farklı kimliklerle bir araya gelerek yeni bir etkileşim biçimi geliştirmiştir. Bu etkileşimle birlikte kadınlar için yeni bir tür dindarlaşma çeşidi ortaya çıkmaktadır. Bu kadınlar geleneksel toplumda kabul edilmeyen cenaze namazına katılım, farklı dini aktivitelerde yer alma gibi tutumlar içerisinde bulunmaktadırlar (Okumuş, 2019, 141). Mustafa Öztürk'e (2016, 67) göre Türkiye diğer Müslüman ülkelere göre ortalamanın üzerinde eğitim ve hayat standardına sahip bir ülkedir. Burada hem İslamî hassasiyetlere sahip hem de kendilerinden beklenilen toplumsal cinsiyet rollerine itiraz eden kadınlar bu rollerin dini referanslarla savunulmasına da karşı çıkmışlardır. Onların bu yaklaşımları bu kadınları süreç içerisinde Kur'an'la da karşı karşıya getirmektedir (Öztürk, 2016, 67). Sonuç itibariyle yeni bir kadın dindarlığından bahsederken meselenin çok farklı katmanları olduğunu söylemek mümkündür. Ancak bu yeni kadın dindarlığında geleneksel toplumsal cinsiyet rollerine genel bir itiraz dikkat çekmektedir.

3.YENİ KİMLİKLER VE İFADELER

Günümüzde değişen dindarlıkla birlikte Müslüman kadınların hem Türkiye'de hem de diğer ülkelerde farklı kimliklere sahip olmaya başladığını söylemek mümkündür. Dindar kadınların dünyanın neredeyse her yerinde içerisi ile dışarısı arasındaki sınırları aşan bir konumda olduğu söylenebilir (Göle, 2017, 106). İslamcı düşünceyle gelişen kimlikler analiz edilirken sadece dini eğilim ve pratikler değil modernleşme, laiklik gibi süreçlerin de göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Ayrıca bütün bu kavramlar ve süreçlerin hem birbiriyle hem de İslamcılıkla bağlantısı bulunmaktadır (Çayır, 2015, VII).

Geleneksel süreçte dini yorumlamak ataerkil bir zihniyetle süregelmiştir. Kadın özellikle 'sekülerleşme' gibi süreçlerde muhafazakarlığı koruma ve bir fren görevi görmüştür. Fakat günümüzdeki dindar kadınlar eğitimli, mücadeleci ve yeniliklere açık özelliklere sahiptir. Bu kadınlar kendi aleyhine çalışan dindar erkeklerin farkındadır ve onları eleştirmektedir. Onlara göre Hz. Peygamberin kadınları erkeklere emanet etmesi o günün koşullarına uygun bir eylem

olabilir. Ancak erkeklerin bu emanet olayını kadınlara tahakküm amaçlı kullanmasına dindar kadınlar itiraz etmekte ve bu durumun kabul edilebilir bir şey olmadığına inanmaktadırlar (Tunç, 2023, 307). Yeni dindar kadın, dini ve ahlaki açıdan muhafazakardır ve sosyal ilişkilerde İslamî değerleri savunmaktadır. Ancak kadınları tahakküm altına alan ve kadınlara önemsiz sorumluluklar yükleyen İslam'la barışık bir ilişki içerisinde değillerdir. Ayrıca bu kadınlar modern eğitim ve mesleki fırsatlardan faydalanmak istemektedirler (Smith, 1987, 249).

Dindar kadınlar ilk dönemde İslami referanslara sıkı sıkı sarılmış olsalar bile yakın geçmişte onların dindarlık şekilleri değişerek, dinle ilgili düşünceleri bu referansların önüne geçmiştir. Bilgi kaynaklarına erişimin kolay olması ve bireyciliğin ön plana çıkması dini bilgilere ulaşmayı ve yeniden yorumlamayı da beraberinde getirmiştir. Bireyin günümüzde özne konumunda olması dinde kadının konumu gibi konular üzerinde de etkili olmaktadır. Dindar bireyler ve özellikle dindar kadınlar edilgen konumdan dini içerikler hakkında söz sahibi olan bir konuma evrilmişlerdir. Selman Yılmaz (2021, 631) bu durumu 'öznel dindarlık' olarak tanımlamaktadır. Dindar kadınların aktif ve direnen bir konuma geçmesinin önemli etkenleri üzerinde durmak gerekir. Modern Türkiye'de kuruluşundan itibaren kadın eğitimine önem verilmesi bu durumun başlıca sebepleri arasında sayılabilir. Medeni hukukla birlikte evlilik, boşanma, miras gibi konuların kısmen çözülmüş olması ve Türkiye'deki kadınların Batı'daki kadınların standartlarına benzer bir yaşama olanak sağlamıştır. Serpil Sancar (2020, 13-14) modern Türkiye'nin kentli, orta sınıfında yer almış, daha az çocuk sahibi olmuş ve eğitimli bir erkekle evlenme olanağı bulmuş kadın profiline dikkat çekmektedir. Bu özellikler yeni kentli dindar kadın için de benzer bir konumdadır. Bu kadın tipi, Türkiye'deki modern Kemalist Türk kadınının imajına gölge düşürdüğü gibi tamamen geleneksel dindar kadının imajını da eleştirmektedir. Ayrıca bu yeni dindar kadın tipi kendini kırsal alandan sıyırarak var olmaya başlamıştır (Genel, Karaosmanoğlu, 2006, 485).

Dindar kadın tipolojisinin değişiminde bu kadınların kamusal alan macerasının büyük bir etkisi bulunmaktadır. Kamusal alanda etkin bir konuma yükselen dindar kadınlar, modernleşme ve batılılaşmadan farklı bir yerde durduklarını anlatmak için İslam değerlerine ait dili yorumlama yoluna gitmişlerdir. Bu yorumlama ve yeni bir dil geliştirme sürecinde kadın bedeniyle ilgili tartışmalarda ahlak ve değerlerin korunması gerektiğine vurgu yapmışlardır. İslam'ın korunma çabası daha çok kadınları ilgilendiren konular üzerinden yapıldığı için dindarlığın dişileştirildiği hissedilmektedir. Din ve dindarlıkla ilgili içerikler daha çok kadın meseleleri üzerinden tartışılmıştır. Ancak bunun karşısında, politika ve iktisat gibi alanlarda daha çok erkekler baskın bir konumda olmuşlardır. Dindar geleneğin kadınlara belli açılardan özgürlük

ve özerklik tanıdığı söylenebilir. Fakat genel tartışmalar çerçevelenmeye çalışırken kadınlar belli sınırlara itilmek durumunda kalmışlardır. Buna rağmen dindar kadınların eğitim süreçlerine katılımı ve kamusal alanda var olma mücadelesi çok farklı düşünen ve ayrı dinden, kültürden olan kadınlarla bir araya gelme imkânı sağlamıştır. Bu kadınlar arasında devam eden fikir alışverişleri dindar kadınların toplumsal cinsiyetle ilgili düşüncelerinin değişmesine ve dönüşmesine zemin hazırlamıştır (Yılmaz, 2015, 108-109). Bu değişim ve dönüşüm dindar kadınlardaki tercih vurgusunu artırmıştır. Erkeğe ve patriarkal düzene itaate dikkat çeken dini pratiklerde dindar kadınlar Tanrı'ya itaat vurgusuna dikkat çekmişlerdir. Bu kadınlar dini ve dini değerleri farklı anlayan erkeklere boyun eğmemeyi seçerek dindarlığa daha dişil ve feminist yorumlar getirmişlerdir. Dindar kadınlar bu süreçte modernist ve feminist tartışmalardan ve düşünce dünyasından istifade etme konusunda çekinmemişlerdir. Toplumsal cinsiyetle ilgili pek çok yaklaşımdan istifade eden bu kadınlar bu söylemleri dini kültürle harmanlayarak yeniden yorumlamışlardır (Yılmaz, 2015, 101-102). Sonuç olarak Türkiye'de dindar kadınların büyük bir dönüşüm içinde olduğu söylenebilir. Dindar kadınlar hem kendi dini inançlarını benimsemeye devam ederken hem de toplumsal alanda var olma mücadelesi vermişlerdir. Bu var olma sürecinde geleneksel ve ataerkil rollere itiraz etmiş ve yeni bir kimlik inşa etmeye çalışmışlardır. Dindar kadınlar cinsiyet eşitsizliğine itiraz ederken hem dinin hem de toplumda yer alan ataerkil değerlerin yeniden gözden geçirilmesi konusunda büyük bir çaba göstermektedirler.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Dünyadaki bütün coğrafyalarda toplumsal cinsiyetle ilgili ilkeler ve normlar kadınların kendilerini ifade etme ve kendi hayatları üzerinde etkili olma şekillerini derinden etkilemektedir. Herhangi bir toplumda kadınların kamusal alanda var olma çabası, feminist eylemler ve kadın mağduriyetleriyle ilgili düzenlemelere katkı sağlamaktadır. Bu açıdan kadınların yaşadıkları toplumda toplumsal cinsiyet normlarına itiraz etmeleri ve etkili bir tavır almaları toplumsal açıdan önemli değişimlere zemin hazırlamaktadır. Bu durum dünyanın her yerinde olduğu gibi Türkiye için de benzer özelliklere sahiptir. Türkiye'de de modernleşmeyle birlikte feminist savunucular hem dinin ortaya çıkardığı hem de toplumdaki geleneksel olarak var olan ataerkil kodlara itiraz ederek eşitsizliklere dikkat çekmişlerdir.

Türkiye'de Osmanlı devletinden bu yana İslam dininin pek çok alanda etkin bir yere sahip olduğunu söylemek gerekir. İslam dinine ait kaynaklarda kadın ve erkeklerle ilgili pek çok ifade yer almakta ve onların rolleriyle ilgili vurgular bulunmaktadır. Zaman zaman bu kaynakların açık ifadeler barındırmaması veya müntesibi olan dindarların yanlış yorumlamaları yüzünden

Türkiye'de kadınların eşit olmadığı ve onlara gerekli hakların verilmediği bir süreç seyretmiştir. Son yüzyılda kadın hakları konusunda önemli düzenlemeler gerçekleşse de kadın mağduriyetlerinin tamamen ortadan kalktığı ve kadınların tam eşit konuma geldiği söylenemez. Bu eşitsizlik ve mağduriyetin tek sebebi de din değildir. Toplumsal cinsiyet ve dinin birbiriyle zaman zaman değişen ve dönüşen kompleks bir ilişkisi bulunmaktadır. Zaten feminist araştırmacıların dinin ataerkil kodlarını sorgulayarak yeni yorumlar getirmesi dindar feministleri de etkilemektedir. Dindar feministler dinin ve geleneğin kadınlar üzerindeki negatif tutumlarını analiz ederken dinin, özgürlükçü, eşit vurgularına dikkat çekmektedirler. Bu bakımdan İslam ve toplumsal cinsiyet ilişkisi konusunda yeni bakış açıları sunmaktadırlar. Bu bakış açıları Türkiye'de bireysel ve toplumsal açıdan değişim ve dönüşümler yaratacak ve kadınların toplumsal konumunu iyileştirecek bir güce sahip bulunmaktadır. Türkiye'nin modernleşme sürecinde toplumsal cinsiyet eşitsizliğiyle ilgili toplumun her kesiminde kötü örneklerle karşılaşılmakla birlikte kadınların uğradığı eşitsizliklerin ve mağduriyetinin yok edilmesi için çaba sarf edilmektedir. Burada dindar feminist kadınların da büyük bir çabası bulunmaktadır. Bu kadınlar hem bireysel hem de kitlesel hareketler içinde yer alarak toplumsal eşitsizliği sona erdirecek çalışmalar sürdürmektedirler. Bu durum, modernleşme bağlamında kadınların dindarlık algıları ve pratiklerinde meydana gelen değişim ve dönüşümün karmaşık bir dinamik barındırdığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak bu dinamik ilişkiden yeni ve sürekli değişen bir dindarlık tipolojisinin meydana geldiği söylenebilir.

KAYNAKÇA

Aldıkaçtı Marshall, G. (2008). A Question of Compatibility, Feminism and Islam in Turkey. *Critique, Critical Middle Eastern Studies* 17/3.

Avcı, Ö. (2018). *İki Dünya Arasında İstanbul'da Dindar Üniversite Gençliği,* İstanbul: İletişim Yayınları.

Batton, M, Q. (2015). *Qualitative Research&Evaluation Methods,* Sage Publications.

Bingöl, O. (2016). Toplumsal Cinsiyet Olgusu ve Türkiye'de Kadınlık. *KMÜ Sosyal ve Ekonomık Araştırmalar Dergisi* 16 /Özel Sayı I), 108-114.

Budak, H, Küçükşen, K. (2018). Türkiye'nin Sosyal Transformasyon Sürecinde Y Kuşağının Toplumsal Cinsiyet Tutumları. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* 17/ 66, 561-576.

Coşkun, A. (2011). *Sosyal Değişme, Kadın ve Din.* İstanbul: Rağbet Yayınları.

Çayır, K. (2015). *Türkiye'de İslamcılık ve İslami Edebiyat, Toplu Hidayet Söyleminden Yeni Bireysel Müslümanlıklara,* İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.

Demir Gürdal, A. Odabaş Z. Y. (2014). Kadın ve Miras: Sosyolojik Bir Değerlendirme". *Folklor / Edebiyat* 20, 78/2.

Genel, S. Karaosmanoğlu K. (2006) A New Islamic Individualism in Turkey: Headscarved Women in the City. *Turkish Studies* 7/3, 473–488.

Göle, N. (2017). *Seküler ve Dinsel Aşınan Sınırlar*. İstanbul: Metis Yayınları.

Gürhan, N. (2010). *Toplumsal Cinsiyet ve İslami Feminist Söylem.* Contemporary Perceptions of Islam in the Context of Science, Ethics and Art, Uluslararası Sempozyum, Samsun.

Güven, F. (2018). Kadınlığın İnşa Otoriteleri. *AVRASYA Uluslararası Araştırmalar Dergisi* 6/15 400-414.

İlyasoğlu, A. (2015). *Örtülü Kimlik, İslamcı Kadın Kimliğinin Oluşum Öğeleri,* İstanbul: Metis Yayınları.
Kandiyoti, D. (1997). *Cariyeler, Bacılar, Yurttaşlar, Kimlikler ve Toplumsal Dönüşümler,* İstanbul: Metis Yayınları.
Karakaya, H. (2018). Toplumsal Cinsiyet Algısı Din ve Kadın. *Journal of Analytic Divinity 2/2* 36-62.
Kümbetoğlu, B. (2005). *Sosyolojide ve Antopolojide Niteliksel Yöntem ve Araştırma.* İstanbul: Bağlam Yayıncılık.
Lune, H, Berg, B, L. (2017). *Qualitative Research Methods for the Social Sciences,* Pearson Education Limited.
Mert, M. A. (2020). Türkiye'de İslamcı Kadının İdeolojik Nesnellikten Siyasal Aktörlüğe Serüveni: İslamcı Düşüncede Kadın Algısı. *İnsan ve Sosyal Bilimler Dergisi (JOHASS) 3/,* 542-559.
Okumuş, E. (2012). *Toplumsal Değişme ve Din*, İstanbul: İnsan Yayınları.
Okumuş, E. (2019). Kadın Dindarlığının Sosyolojisi, Bir Giriş Denemesi. *Din bilimleri Akademik Araştırma Dergisi* 20/1.
Ören, M. F. (2022). Toplumsal Cinsiyet ve Cami: Kadınlar Camilerde Platformu Örneği. *Akdeniz Kadın Çalışmaları ve Toplumsal Cinsiyet Dergisi* VI /1, 210-231.
Özbudun, S. (2016). *Kadınlar, İslam, Akp ve Ötesi*, Ankara: Ütopya Yayıncılık.
Özdalga, E. (2015). *İslamcılığın Türkiye Seyri, Sosyolojik Bir Perspektif,* Çev. Gamze Türkoğlu, İstanbul: İletişim Yayınları.
Öztürk, M. (2016). Kuran Tefsir, Kadın. *Dini* Araştırmalar Özel Sayısı, 65- 96.
Sancar, S. (2020). *Türk Modernleşmesinin Cinsiyeti, Erkekler Devlet, Kadınlar Aile Kurar,* İstanbul: İletişim Yayınları.
Smith, J. I. (1987). Islam, Sharma, A. (ed.), *Women in World Religions,* State University of New York Press.
Şişman, N. (2018). *Emanetten Mülke Kadın Beden Siyaset.* İstanbul: İz Yayıncılık.
Tekin, M. (2003). *Kutsalın Serüveni,* İstanbul: Açılım Kitap.
Tekin M. (2021). Feminizmin Din Dili ve Söylemi. *İlahiyat Akademi Dergisi* 14, 105-124.
Toker, İ. (2009). Dinler Ataerkil Yapılar mıdır? Bir Çifte İmkanlılık Konusu Olarak Din ve Kadın, *Eskiyeni Dergisi,* 12, 15-21.
Tunç, O. (2023). Dindarlık ve Sekülerliğin Cinsiyetlendirilmesi Sorunsalı. *Amasya İlahiyat Dergisi*, 21, 289-310.
Yılmaz, S. (2021). Halk İnancıyla Kitabi İnanç Arasında Yeni Bir Dindarlık Tipi: Öznel Dindarlık. Akyüz, N, Çapcıoğlu, İ.(ed.), Halk İnanışları ve Uygulamaları. Ankara: Nobel Yayınları.
Yılmaz, Z. (2015). *Dişil Dindarlık İslamcı Kadın Hareketinin Dönüşümü,* İstanbul: İletişim Yayınları.

ÇALIŞAN KADIN, ANNE VE EŞ OLMAK: ROL ÇATIŞMALARI ÜZERİNE ÖZ-ANALİZ

Reyhan Nur VURAL YILDIRIM
Nigde Omer Halisdemir University, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 51100 Nigde
ORCID ID: 0009-0005-5451-6218
Prof. Dr. Yücel CAN
Nigde Omer Halisdemir University, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 51100 Nigde
ORCID ID: 0000-0002-5782-6570

ÖZET

Bu çalışma, çalışan kadınların anne, eş ve çalışan rolleri arasında yaşadıkları rol çatışmalarını incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada nitel yöntem benimsenmiş, öz-analiz ve görüşmeler yoluyla elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Bulgular, kadınların zaman baskısı, duygusal yük ve ev içi sorumlulukların yoğunluğu nedeniyle çoklu rol çatışması yaşadığını göstermektedir. Çalışma, bu durumun bireysel değil, toplumsal cinsiyet temelli yapısal bir sorun olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çalışan kadın, rol çatışması, toplumsal cinsiyet, duygusal emek, zaman baskısı

1.GİRİŞ

Modern toplumda aile, yalnızca biyolojik ve duygusal bağların kurulduğu bir yapı olmanın ötesinde, toplumsal cinsiyet rollerinin üretildiği temel bir sosyal kurumdur. Özellikle kadınlar, anne, eş ve çalışan rollerini eş zamanlı olarak yerine getirmek durumunda kalmakta; bu durum gündelik yaşamda rol çatışmalarına yol açmaktadır.

Bu çalışma, çalışan bir kadın, anne ve eş olarak çoklu rollerin bireysel deneyim üzerindeki etkilerini sosyolojik bir bakış açısıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, öz-analiz yöntemi ve saha verileri ile desteklenerek değerlendirilmiştir.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Aile ve Toplumsal Cinsiyet Rolleri

Toplumsal cinsiyet, bireylere atfedilen rollerin biyolojik değil, toplumsal olarak inşa edildiğini ifade eder. Kadınlar çoğu zaman bakım veren, düzenleyici ve duygusal yükü taşıyan bireyler olarak konumlandırılmaktadır.

Rol çatışması kuramına göre bireyin birden fazla rolü aynı anda yürütmesi gerilim yaratmaktadır. Çalışan kadınlar için bu durum daha belirgindir. Kadınlardan hem iş hayatında başarılı hem de aile içinde eksiksiz olmaları beklenmektedir.

Arlie Hochschild'in "duygusal emek" kavramı, kadınların yalnızca fiziksel değil, duygusal sorumlulukları da üstlendiğini ortaya koymaktadır. Modernleşmeyle birlikte kadınların iş

hayatına katılımı artmış olsa da ev içi sorumlulukların büyük ölçüde kadınlarda kaldığı görülmektedir.

3. YÖNTEM

Bu çalışma nitel araştırma yaklaşımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada öz-analiz yöntemi kullanılmış ve araştırmacının kendi deneyimleri analiz edilmiştir. Ayrıca çalışan kadınlarla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler tematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE ANALİZ

Bu bölümde, çalışan kadın, anne ve eş olarak deneyimlenen çoklu rollerin gündelik yaşam üzerindeki etkileri, öz-analiz yöntemiyle elde edilen bulgular doğrultusunda ele alınmaktadır. Bulgular, bakım emeği, zaman baskısı, duygusal yük ve rol çatışması temaları etrafında analiz edilmiştir.

4.1. Annelik Rolü ve Bakım Emeği

Annelik, süreklilik gerektiren ve yoğun emek içeren bir rol olarak öne çıkmaktadır. Çalışan kadınlar için bu rol, iş yaşamı ile birlikte yürütüldüğünde daha yoğun bir zihinsel ve duygusal yük oluşturmaktadır.

4.2. Çalışan Kadın Olmak ve Zaman Baskısı

Kadınlar iş, ev ve çocuk sorumluluklarını aynı anda yürütmek zorunda kalmakta; bu durum sürekli bir "yetişememe" hissine neden olmaktadır. Kişisel zaman çoğu zaman ihmal edilmektedir.

4.3. Eş Rolü ve Duygusal Beklentiler

Eş rolü, aile içerisinde çoğu zaman görünmez ancak yüksek düzeyde duygusal sorumluluk içeren bir rol olarak deneyimlenmektedir. Eşten beklenen anlayış, destek ve iletişim becerisi, kadınlar açısından çoğu zaman duygusal düzenleyici rolü üstlenmeyi beraberinde getirmektedir. Aile içi ilişkilerin sürekliliğini sağlama, olası çatışmaları yumuşatma ve duygusal dengeyi koruma sorumluluğu, büyük ölçüde kadınlara atfedilmektedir.

Bu bağlamda, duygusal emek kavramı açıklayıcı bir çerçeve sunmaktadır. Arlie Hochschild'in ortaya koyduğu üzere, bireyin kendi duygularını yöneterek başkalarının duygusal ihtiyaçlarını karşılaması önemli bir emek biçimidir. Eş rolü kapsamında deneyimlenen bu duygusal emek, çoğu zaman fark edilmeden sürdürülmekte ve doğal bir sorumluluk olarak kabul edilmektedir. Duygusal emeğin sürekliliği, kadının kendi duygusal ihtiyaçlarını arka plana itmesine neden olabilmekte; bu durum uzun vadede tükenmişlik ve görünmezlik hissini artırmaktadır.

Ev içi iş bölümüne bakıldığında, sorumlulukların yaklaşık %70'inin araştırmacıya, %30'unun ise eşe ait olduğu görülmektedir. Eşin katkısı daha çok çocukla ilgili alanlarda yoğunlaşırken, evin genel işleyişine ilişkin sorumluluklar büyük ölçüde kadın üzerinde kalmaktadır.

4.4. Rol Çatışması, Suçluluk ve Yetersizlik Algısı

Anne, çalışan ve eş rollerinin eş zamanlı olarak yürütülmesi, gündelik yaşamda belirgin rol çatışmalarına yol açmaktadır. Bu çatışmalar, çoğu zaman suçluluk duygusu üzerinden deneyimlenmektedir. İşe ayrılan zamanın annelikten çaldığı, anne olmanın ise profesyonel yeterliliği olumsuz etkilediği yönündeki düşünceler, kadının kendini sürekli olarak sorgulamasına neden olmaktadır.

Bu suçluluk duygusu, toplumsal beklentilerin içselleştirilmesiyle yakından ilişkilidir. Kadının her alanda eksiksiz olması yönündeki idealize edilmiş kadınlık algısı, gerçek yaşam pratikleriyle örtüşmediğinde yetersizlik hissini beraberinde getirmektedir. Bu noktada rol çatışması, bireysel bir başarısızlık değil; toplumsal cinsiyet temelli rol dağılımının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Elde edilen bulgular, çalışan kadınların aile içerisinde çoklu roller arasında denge kurma çabasının sürekli bir zihinsel ve duygusal yük oluşturduğunu göstermektedir. Bu yük, çoğu zaman görünmez kalsa da, kadınların gündelik yaşam deneyimlerini derinden etkilemektedir.

Araştırmacı, çoklu rollerin zaman zaman yorgunluk, yetersizlik ve suçluluk duygularını beraberinde getirdiğini ifade etmektedir. Bununla birlikte, bu rollerin tamamen çatışma üretmediği; çoğu zaman alışılmış, içselleştirilmiş ve kabullenilmiş bir gündelik pratik hâline geldiği görülmektedir. Yoğun yaşam temposu, bazı dönemlerde eksiklik hissi yaratırken, bazı zamanlarda ise akışta olma ve güçlenme duygusunu da beraberinde getirmektedir.

Tablo 1. Öz-Analiz Verilerinin Kod ve Temalara Göre Dağılımı

Ham İfade Deneyim	**Kod**	**Tema**
Yoğun İş Temposu Her Şeye Yetişme Hissi	Zaman Baskısı	Zaman Yönetimi
İş Ve Annelik Arasında Zorlanma	Rol Çatışması	Çoklu Roller
Ev İşlerinin Çoğunlukla Kadına Ait Olması	Ev İçi Emek	Toplumsal Cinsiyet
Kendine Zaman Ayıramama	Öz-Bakım Eksikliği	Duygusal Yük
Yorgunluk, Yetersizlik Ve Suçluluk	Duygusal Emek	İçselleştirme
Akışta Olma Ve Güçlenme	Başa Çıkma	Dayanıklılık

Tablo 1'de, öz-analiz yöntemiyle elde edilen saha verilerinin tematik olarak kodlanması ve analiz süreci özetlenmektedir.

5. TARTIŞMA

Elde edilen bulgular, çalışan kadınların çoklu roller arasında denge kurmaya çalışırken yoğun bir zihinsel ve duygusal yük yaşadığını göstermektedir. Bu durum bireysel değil, toplumsal cinsiyet temelli yapısal bir sorundur.

Ev içi emeğin eşitsiz dağılımı, kadınların üzerindeki yükü artırmaktadır. Annelik rolü ise diğer roller arasında merkezi bir konumda yer almaktadır.

6. SONUÇ

Bu çalışma, çalışan kadınların çoklu rollerinin yoğun bir yük ve rol çatışması yarattığını ortaya koymaktadır. Bu durum bireysel değil, toplumsal bir sorundur.

Kadınların üzerindeki yükün azaltılması için:

- ev içi sorumlulukların eşit paylaşılması
- toplumsal cinsiyet eşitliği politikalarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Bora, A. (2012). Toplumsal cinsiyet dersleri. İstanbul: İletişim Yayınları.
Bora, A. (2016). Kadınların sınıfı: Ücretli emek ve ev içi emek. İstanbul: İletişim Yayınları.
Connell, R. W. (2019). Toplumsal cinsiyet ve iktidar (Çev. C. Soydemir). İstanbul: Ayrıntı Yayınları.(Orijinal çalışma 1987)
Giddens, A. (2013). Mahremiyetin dönüşümü: Modern toplumlarda cinsellik, aşk ve erotizm (Çev. İ. Yıldız). İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
Giddens, A. (2014). Sosyoloji (6. bs., Çev. C. Güzel). İstanbul: Kırmızı Yayınları.
Hochschild, A. R. (2003). The managed heart: Commercialization of human feeling. Berkeley: University of California Press.
Hochschild, A. R., & Machung, A. (2012). The second shift: Working families and the revolution at home. New York: Penguin Books.
Sirman, N. (2009). İktidar, akrabalık ve kimlik. İstanbul: Metis Yayınları.
Sirman, N. (2015). Kadınlık: Zor bir hikâye. İstanbul: Metis Yayınları.
Tekeli, Ş. (2010). Kadınlar ve siyasal-toplumsal hayat. İstanbul: İletişim Yayınları.
Walby, S. (2016). Patriyarka (Çev. Ş. Tekeli). İstanbul: Dipnot Yayınları.

ERGENLERİN EBEVEYNLERİYLE YAŞADIKLARI ÇATIŞMALARA İLİŞKİN DENEYİMLERİ: NİTEL BİR ARAŞTIRMA

Ümmühan AZMAN
Niğde Ömer Halisdemir University, Institute of Social Sciences, 51240 Niğde,Türkiye **ORCID ID:** 0009-0002-5573-4725
Prof. Dr. Yücel CAN
Nigde Omer Halisdemir University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Sociology, 51100 Nigde
ORCID ID: 0000-0002-5782-6570

ÖZET

Ergenlik dönemi, bireyin kimlik geliştirme ve özerklik kazanma çabası içinde olduğu, aile içi ilişkilerin köklü biçimde yeniden şekillendiği kritik bir gelişim sürecidir. Bu dönemde artan bağımsızlık talepleri ile ebeveynlik rolünün getirdiği denetim ihtiyacı, aile içi çatışmaları kaçınılmaz kılmaktadır. Mevcut çalışmada ergenlerin ebeveynleriyle yaşadıkları çatışma deneyimleri kendi bakış açılarından incelenmiştir. Araştırmada nitel yaklaşım benimsenmiş ve fenomenoloji deseni kullanılmıştır. Çalışma grubu, Niğde ilinde iki devlet lisesinde öğrenim gören, 15–17 yaş aralığında 6 kız ve 6 erkekten oluşan toplam 12 ergen bireyden meydana gelmektedir. Veriler yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşmeler aracılığıyla toplanmış ve içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Bulgular, ebeveyn-ergen çatışmalarının ağırlıklı olarak özgürlük ve izin talepleri, akademik beklentiler, ev içi sorumluluklar ile arkadaş seçimi ve romantik ilişkiler konularında yoğunlaştığını ortaya koymuştur. Ebeveynlerin çatışma sürecinde çoğunlukla otoriter ya da duygusal açıdan tepkisel bir tutum sergilediği; dinlemeye dayalı yapıcı yaklaşımların ise oldukça sınırlı kaldığı saptanmıştır. Ergenlerin çatışma anında öfkeyle karşılık verme veya içe kapanma eğiliminde oldukları, süreç sonrasında ise pişmanlık, değersizlik ve anlaşılmamışlık duygularının ön plana çıktığı gözlemlenmiştir. Çatışmaların kısa vadede aile içi ilişkilerde geçici bir soğukluğa yol açtığı, bununla birlikte yapıcı biçimde ele alındığında karşılıklı anlayışı güçlendirme potansiyeli taşıdığı belirlenmiştir. Sonuçlar, ebeveyn-ergen çatışmalarının doğru iletişim stratejileriyle yönetilebilir olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ergenlik, ebeveyn-ergen çatışması, aile içi iletişim, nitel araştırma, fenomenoloji

THE EXPERIENCES OF ADOLESCENTS REGARDING CONFLICTS WITH THEIR PARENTS: A QUALITATIVE STUDY

ABSTRACT

Adolescence is a critical developmental period during which individuals strive to form their identity and gain autonomy, leading to significant restructuring of family relationships. The

increasing demand for independence during this period, combined with the parental need for supervision, makes intrafamily conflicts inevitable. This study examines the conflict experiences of adolescents with their parents from the adolescents' own perspectives. A qualitative approach was adopted, and a phenomenological design was employed. The study group consisted of 12 adolescents, 6 female and 6 male, aged between 15 and 17, enrolled in two public high schools in Niğde province. Data were collected through semi-structured in-depth interviews and analyzed using content analysis. Findings revealed that parent-adolescent conflicts predominantly centered on issues of freedom and permission, academic expectations, household responsibilities, and peer or romantic relationships. It was found that parents mostly exhibited authoritarian or emotionally reactive attitudes during conflicts, while constructive listening-based approaches remained limited. Adolescents tended to respond with anger or withdrawal during conflicts, and feelings of regret, worthlessness, and being misunderstood were prominent in the aftermath. Conflicts were observed to cause temporary emotional distance within the family in the short term; however, when handled constructively, they carried the potential to strengthen mutual understanding. The results indicate that parent-adolescent conflicts are manageable through appropriate communication strategies.

Keywords: Adolescence, parent-adolescent conflict, intrafamily communication, qualitative research, phenomenology

Giriş

Ergenlik dönemi, kimlik geliştirme ve özerklik kazanma çabasının aile içi ilişkileri yoğun biçimde etkilediği kritik bir evredir. Bu dönemde bağımsızlık isteği ile ebeveynlerin rehberlik sorumluluğu arasındaki gerilim, çatışmalara zemin hazırlamaktadır (Santrock, 2013). Tarihsel olarak "fırtına ve stres" dönemi olarak nitelendirilen ergenlik (Bayraktar, 2007), günümüzde çatışmaların kaçınılmaz değil, yönetilebilir bir olgusal zemine oturtulduğu bir perspektifle ele alınmaktadır (Arnett, 1999).

Yoğun ve çözümsüz çatışmalar, ergenlerde depresif belirtilerin artışıyla (Greenberger vd., 2000; Özdemir, 2014) ve problem davranışlarla (Bradford vd., 2008) ilişkilendirilmektedir. Kuşaklar arası değer farklılıkları ve toplumsal değişim bu gerilimi derinleştirmektedir (Yılmaz, 2022). Literatürde ebeveyn tutumlarına odaklanan çalışmalar ağırlıkta olsa da ergenlerin çatışma deneyimlerini kendi seslerinden aktaran nitel araştırmalar sınırlı kalmaktadır (Hamarta vd., 2010). Bu boşluktan hareketle araştırma sorusu şu şekilde belirlenmiştir: Ergenler, ebeveynleriyle yaşadıkları çatışmaları anlam, duygu ve sonuçları bakımından nasıl deneyimlemektedir?

Kavramsal Çerçeve

Araştırma üç kuramsal dayanağa yaslanmaktadır. Birincisi, Minuchin'in (1974) Yapısal Aile Kuramı'dır; bu kurama göre ergenlikte aile sınırlarının yeniden düzenlenmesi zorunludur. Ebeveynlerin otoriter rollerini sürdürmesi, ergenin özerklik talebini çatışmaya dönüştürmektedir. İkincisi, günlük etkileşimlerdeki anlam üretimini merkeze alan Sembolik Etkileşimcilik'tir; ebeveynin ilgi olarak sorduğu bir soru, ergen tarafından baskı olarak kodlanabilmektedir (Noller ve Callan, 1990). Üçüncüsü ise toplumsal değişimle birlikte ebeveyn ve ergenler arasında belirginleşen Kuşaklar Arası Değer Farklılığı'dır (Yılmaz, 2022). Bu üç mercek, bireysel deneyimlerin geniş sosyokültürel örüntülerle bağlantısını kurmaya imkân tanımaktadır.

Yöntem

Araştırma Deseni

Araştırmada nitel yaklaşım benimsenmiş; desen olarak fenomenoloji (olgubilim) seçilmiştir. Fenomenoloji, belirli bir olguyu deneyimlemiş bireylerin yaşantılarının özünü kavramayı amaçlar (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Araştırmacı, kendi önyargılarını paranteze alarak (bracketing) katılımcı ifadelerine dayalı betimleyici bir tutum benimsemiştir.

Çalışma Grubu

Kriter örnekleme yöntemiyle belirlenen katılımcıların seçim ölçütleri: (1) 15–17 yaş aralığında lise öğrencisi olmak, (2) son bir yıl içinde ebeveynleriyle ciddi çatışma yaşamış olmak, (3) araştırmaya gönüllü katılım. Niğde ilinde iki devlet lisesinde rehber öğretmenler aracılığıyla 12 ergenle (6 kız, 6 erkek) çalışılmıştır. Katılımcıların yaş ortalaması 16,5'tir; tümü çekirdek aile yapısına ve orta sosyoekonomik düzeye sahiptir.

Tablo 1. Çalışma Grubunun Demografik Özellikleri

Katılımcı Kodu	Cinsiyet	Yaş	Okul Türü	Görüşme Tarihi
P1	Kız	17	Anadolu Lisesi	05.12.2025
P2	Erkek	16	Anadolu Lisesi	05.12.2025
P3	Kız	16	Meslek Lisesi	07.12.2025
P4	Erkek	17	Anadolu Lisesi	07.12.2025
P5	Kız	15	Anadolu Lisesi	08.12.2025
P6	Erkek	16	Meslek Lisesi	08.12.2025
P7	Kız	17	Anadolu Lisesi	12.12.2025
P8	Erkek	15	Meslek Lisesi	12.12.2025

P9	Kız	16	Anadolu Lisesi	13.12.2025
P10	Erkek	17	Anadolu Lisesi	13.12.2025
P11	Kız	16	Meslek Lisesi	15.12.2025
P12	Erkek	17	Meslek Lisesi	15.12.2025

Veri Toplama

Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Literatür taraması ve uzman görüşüne dayanan görüşme formu açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Örnek sorular: "Ebeveynlerinle en sık ne konuda anlaşmazlık yaşıyorsun?", "Bu çatışma sırasında nasıl hissediyorsun?", "Çatışma sonrasında ilişkinizde ne değişiyor?" Görüşmeler 45–60 dakika sürmüş, katılımcı onayıyla ses kaydına alınmış, ardından araştırmacı tarafından verbatim çözümlenmiştir. Tüm etik gereklilikler (aydınlatılmış onam, anonimlik, gönüllülük) eksiksiz yerine getirilmiştir.

Veri Analizi

Transkriptler defalarca okunarak açık kodlama yapılmış; benzer kodlar tematik analiz ilkeleriyle üst temalara dönüştürülmüştür (Tavşancıl ve Aslan, 2001). İki bağımsız kodlayıcı arasındaki uyum %80'in üzerinde bulunmuş, anlaşmazlıklar tartışılarak giderilmiştir. Güvenirliği artırmak amacıyla bulgular katılımcı onayına sunulmuş; gelen geri bildirimler veri setine yansıtılmıştır.

Bulgular ve Yorum

Analizler dört ana tema altında sunulmaktadır. Alıntılar katılımcı kodu, yaş ve cinsiyet bilgisiyle verilmektedir.

Tema 1: Çatışma Nedenleri

Katılımcıların tamamına yakını (%91) özgürlük ve izin konularını birincil çatışma kaynağı olarak belirtmiştir. Kız ergenler, erkek kardeşlerine kıyasla daha fazla kısıtlandıklarını dile getirmiştir:

> *"Hafta sonu arkadaşlarımla sinemaya gitmek istedim, annem 'geç kalırsın' diye izin vermedi. Ağabeyim gece yarısına kadar dışarıda kalabiliyor ama bana gelince kurallar katılaşıyor." (P7, 17 yaş, kız)*

Akademik baskı ikinci sıradaki çatışma kaynağıdır; katılımcıların yarısı (%50) ders çalışma ve sınav baskısı kaynaklı gerilim bildirmiştir. Ev işleri ve günlük rutinler (%42) ile arkadaş seçimi ve romantik ilişkiler (%33) diğer önemli çatışma alanlarıdır. Bulgular, Karataş ve arkadaşlarının (2016) Türk ergenlerinde ebeveyn müdahalesini çatışmanın temel nedeni olarak saptayan bulgusuyla örtüşmektedir. Yapısal aile kuramı açısından değerlendirildiğinde, bu

çatışmalar aile sisteminde henüz ergenin büyüdüğünün kabullenilmediğini göstermektedir (Akün, 2013).

Tema 2: Ebeveynlerin Çatışma Sırasındaki Tutumları

Katılımcıların %75'i ebeveynlerinin bağırma, azarlama veya tehdit etme gibi tepkiler verdiğini belirtmiştir. Anneler anlık öfke ardından yumuşama eğilimi gösterirken, babalar daha kuralcı ve uzun süreli küskünlük biçiminde tepki vermiştir:

> *"Babamla tartıştığımızda direk 'bu evde benim dediğim olur' moduna giriyor. Konuşmaya çalışsam da lafımı kesip kuralı koyuyor." (P10, 17 yaş, erkek)*

Bununla birlikte üç katılımcı, ebeveynlerinin zaman zaman mola önerip sakinleştikten sonra konuşmayı tercih ettiğini ifade etmiştir. Bu yapıcı tutum çatışma seyri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir; ergenler, dinlenerek anlaşıldıklarını hissettiklerinde çatışmaların büyümeden çözülebildiğini vurgulamıştır.

Tema 3: Ergenlerin Tepkileri ve Duyguları

Katılımcıların %67'si çatışma sırasında sesini yükselttiğini ya da sinirle ortamdan ayrıldığını belirtmiştir. Öfkenin yanı sıra anlaşılmamışlık, haksızlığa uğramışlık ve değersizlik duyguları da sıklıkla raporlanmıştır:

> *"Babamla tartışırken kendimi sanki onun gözünde hep çocuk kalacakmışım gibi hissediyorum. Ne söylesem dinlemiyor, ben de değersiz hissediyorum." (P12, 17 yaş, erkek)*

Bazı katılımcılar ise çatışmadan kaçınma stratejisi (susma, odaya çekilme) benimsemiştir. Bu davranışlar kısa vadede gerilimi azaltsa da problemi çözmemekte; çözümsüz duygular sonraki çatışmalarda birikimli biçimde ortaya çıkmaktadır (Çiftçi vd., 2008). Duygusal regülasyon becerilerinin ergenlik döneminde hâlâ gelişmekte olduğu (Santrock, 2013) göz önünde bulundurulduğunda bu tepkiler normalleşmekle birlikte, ebeveyn tepkisinin ergenin davranışını şekillendirdiği açıkça görülmektedir.

Tema 4: Çatışmaların Algılanan Sonuçları

Katılımcıların %58'i çatışma sonrasında pişmanlık ve üzüntü hissettiğini bildirmiştir. Ağır tartışmaların ardından geçici soğukluk, iletişim azalması ve arkadaşlara duygusal yönelim gözlemlenmiştir:

> *"Eskiden babamla her şeyi konuşurdum, şimdi bir şey söylemeden önce iki kere düşünüyorum, acaba kızar mı diye." (P7, 17 yaş, kız)*

Öte yandan bazı katılımcılar, çatışma sonrası sakin ortamda yapılan konuşmaların karşılıklı anlayışı artırdığını ifade etmiştir. P11, annesinin birlikte sakinleşip duyguları paylaşmayı teklif

etmesinin ilişkilerini güçlendirdiğini belirtmiştir. Bu bulgu, uygun yönetilen çatışmaların problem çözme ve empati becerilerini geliştirebileceği görüşünü desteklemektedir (Collins ve Laursen, 1994).

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma, ebeveyn-ergen çatışmalarının özgürlük, akademik baskı, ev kuralları ve sosyal çevre ekseninde yoğunlaştığını; ebeveynlerin çoğunlukla otoriter ya da duygusal tepkiler verdiğini, ergenlerin ise öfke ve anlaşılmamışlık hissiyle baş etmeye çalıştığını ortaya koymuştur. Çatışmaların yıkıcılığı büyük ölçüde yönetilme biçimine bağlıdır: empati ve aktif dinlemeye dayalı yaklaşımlar çatışmayı dönüşüm fırsatına çevirebilirken, otoriter veya pasif-agresif tutumlar ilişkide kalıcı güven erozyonuna yol açmaktadır.

Araştırmadan çıkan temel çıkarımlar şöyle özetlenebilir: Ebeveynlere, ergenin büyüdüğünü kabullenerek uygun özgürlük ve sorumluluk alanları tanımaları; çatışma anlarında duygusal kontrolü elde tutmaları önerilmektedir. Ergenlere ise duygularını saygı çerçevesinde ifade etme ve ebeveyn kaygılarını anlamaya çalışma önerilmektedir. Okul psikolojik danışmanları ve aile terapistleri için öfke yönetimi, aktif dinleme ve kuşak farkı farkındalığını içeren psikoeğitim programları bu bulgulara dayandırılabilir.

Araştırmanın sınırlılıkları arasında tek taraflı (ergen) perspektif, sınırlı ve bölgesel örneklem ile kesitsel tasarım yer almaktadır. Gelecekteki çalışmalarda ebeveyn ve ergen görüşlerinin birlikte ele alınması, farklı sosyokültürel bağlamların karşılaştırılması ve uzunlamasına tasarımlar aracılığıyla çatışma örüntülerinin zaman içindeki değişiminin incelenmesi önerilmektedir.

Kaynakça

Akün, E. (2013). Yapısal aile sistemleri kuramı bağlamında ergenlik dönemi sorunları. A. Ü. Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 53(1), 85–116.

Arnett, J. J. (1999). Adolescent storm and stress, reconsidered. American Psychologist, 54(5), 317–326.

Bayraktar, F. (2007). Olumlu ergen gelişiminde ebeveyn/akran ilişkilerinin önemi. Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi, 14(3), 157–166.

Bradford, K., Vaughn, L. B., & Barber, B. K. (2008). When there is conflict: Interparental conflict, parent–child conflict, and youth problem behaviors. Journal of Family Issues, 29(6), 780–805.

Collins, W. A., & Laursen, B. (1994). Interpersonal conflict during adolescence. Psychological Bulletin, 115(2), 197–209.

Çiftçi, A., Demir, A., & Bikos, L. H. (2008). Turkish adolescents' conflict resolution strategies toward peer and parents as a function of loneliness. Adolescence, 43(172), 911–926.

Greenberger, E., Chen, C., Tally, S. R., & Dong, Q. (2000). Family, peer, and individual correlates of depressive symptomatology among U.S. and Chinese adolescents. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 68(2), 209–219.

Karataş, S., Sertelin-Mercan, Ç., & Düzen, A. (2016). Ergenlerin ebeveyn ilişkilerine yönelik algıları: Nitel bir inceleme. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19(36), 237–258.

Moed, A., Gershoff, E. T., Eisenberg, N., Hofer, C., Losoya, S., & Spinrad, T. L. (2015). Parent–adolescent conflict as sequences of reciprocal negative emotion. Journal of Youth and Adolescence, 44(8), 1607–1622.

Noller, P., & Callan, V. (1990). Adolescents' perceptions of the nature of their communication with parents. Journal of Youth and Adolescence, 19(4), 349–362.

Özdemir, Y. (2014). Ana-baba ergen çatışması ve ergenlerde depresyon belirtileri. Türk Psikiyatri Dergisi, 27(3), 211–220.

Santrock, J. W. (2013). Life-span development (14. baskı). McGraw-Hill.

Tavşancıl, E., & Aslan, E. (2001). İçerik analizi ve uygulama örnekleri. Epsilon Yayıncılık.

Yavuz, S., & Özmete, E. (2012). Türkiye'de genç bireyler ve ebeveynleri arasında yaşanan sorunların değerlendirilmesi. Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi, 12(7), 9–27.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (6. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yılmaz, M. (2022). Kuşaklar ve iletişim: Toplumsal değerler, çatışma, iletişim engelleri. eKitap Projesi.

ANTİK DÖNEM MİMARİSİNDE DOĞA, ANLAM VE TEMSİL: ANTİK MISIR VE ANTİK YUNAN UYGARLIKLARI ÜZERİNDEN BİYOMİMETİK BİR KARŞILAŞTIRMA

Hüsna Nur OKUR
Kocaeli University, Institute of Science, Department of Architecture, 41300 Cedit, Kocaeli
ORCID: 0009-0000-9371-6953
Sonay AYYILDIZ
Kocaeli University, Faculty of Architecture and Design, Department of Architecture, 41300 Cedit, Kocaeli
ORCID: 0000-0002-4482-1674

ÖZET

Antik dönem mimarlığı, çoğunlukla estetik, oran ve simetri kavramları üzerinden değerlendirilmiş; ancak doğa ile kurduğu ilişki çoğu zaman yüzeysel ve biçimsel estetik açıdan benzerlik olarak ele alınmıştır. Çalışmanın temel amacı; antik dönem mimari detaylarının yalnızca estetik kaygılarla doğayı taklit eden unsurlar olmadığını; aksine çevresel adaptasyon, kozmolojik temsil ve sembolik anlam üretimiyle ilişkili bütüncül bir tasarım yaklaşımının parçası olduğunu ortaya koymaktır. Bu doğrultuda araştırmada nitel yöntem benimsenmiş; kapsamlı literatür taraması ve karşılaştırmalı analiz yoluyla antik dönem mimarlığı incelenmiştir. Analiz sürecinde, seçilen örnekler biçimsel özellikler, strüktürel kurgular ve sembolik anlamlar açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş; bu unsurların doğadaki karşılıkları ile kurduğu ilişkiler biyomimetik ilkeler çerçevesinde çözümlenmiştir. Çalışmada iki farklı uygarlıktan örnekler seçilerek aralarındaki benzerlikler ve farklılıklar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda özellikle Antik Mısır ve Antik Yunan uygarlıklarının mimari detayları kapsamında değerlendirilen sütun başlıkları incelenmiştir. Elde edilen bulgular, antik dönem mimarisinde doğadan esinlenmenin, doğanın farklı biçimlerde temsil edilmesi ve yorumlanması yoluyla kurulan anlam ilişkileri çerçevesinde geliştiğini göstermiştir. Antik Mısır mimarisinde bitkisel formlar ve kozmolojik referanslar belirleyici olurken, Antik Yunan mimarisinde doğa ve insan bedeni arasındaki analojilerin; doğal düzenin mimariye aktarılması ve insan-doğa ilişkisinin yapısal ve anlamsal bir ifade biçimine dönüştürülmesi üzerinden ele alındığı görülmüştür. Bu farklılık, biyomimetik yaklaşımın kültürel bağlama göre değişen yorumlarını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, antik dönem mimari üretimlerinin doğa ile kurduğu ilişkinin, farklı kültürel bağlamlarda değişen anlam ve temsil biçimleri üzerinden şekillendiği anlaşılmıştır. Bu durum, biyomimetik düşüncenin tarihsel süreçte tekil ve sabit bir model olarak değil, kültüre özgü yorumlarla çeşitlenen dinamik bir tasarım bilgisi olarak geliştiğini göstermektedir. Bu çalışma, doğa temelli tasarım yaklaşımlarının kökenlerinin antik dönemlere kadar uzandığını ortaya koymakta

ve ayrıca bu tasarım anlayışı ile günümüz biyomimetik mimarlık pratiklerine de kuramsal bir zemin sunabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antik mimarlık, biyomimetik tasarım, doğa temelli tasarım, Antik Mısır, Antik Yunan.

NATURE, MEANING, AND REPRESENTATION IN ANCIENT ARCHITECTURE: A BIOMIMETIC COMPARISON THROUGH ANCIENT EGYPTIAN AND ANCIENT GREEK CIVILIZATIONS

ABSTRACT

Ancient Ancient architecture has often been evaluated through the concepts of aesthetics, proportion, and symmetry; however, its relationship with nature has frequently been considered in terms of superficial and formal aesthetic similarities. The main aim of this study is to demonstrate that the architectural details of the ancient period were not merely elements imitating nature for aesthetic reasons; rather, they were part of a holistic design approach related to environmental adaptation, cosmological representation, and the production of symbolic meaning. Accordingly, a qualitative method was adopted in the research; ancient architecture was examined through a comprehensive literature review and comparative analysis. In the analysis process, selected examples were comparatively evaluated in terms of formal characteristics, structural arrangements, and symbolic meanings; and the relationships these elements established with their counterparts in nature were analyzed within the framework of biomimetic principles. The study selected examples from two different civilizations to highlight their similarities and differences. In this context, column capitals, considered within the architectural details of Ancient Egypt and Ancient Greece, were examined in particular. The findings show that in ancient architecture, inspiration from nature developed within the framework of meaning relationships established through the representation and interpretation of nature in different forms. While plant forms and cosmological references were decisive in ancient Egyptian architecture, in ancient Greek architecture, analogies between nature and the human body were addressed through the transfer of natural order into architecture and the transformation of the human-nature relationship into a structural and semantic form of expression. This difference reveals the varying interpretations of the biomimetic approach according to the cultural context. As a result, it has been understood that the relationship that ancient architectural productions established with nature was shaped through changing forms of meaning and representation in different cultural contexts. This situation shows that biomimetic thought developed not as a singular and fixed model in the historical process, but as a dynamic design knowledge that diversified with culture-specific interpretations. This study

reveals that the origins of nature-based design approaches extend back to ancient times and also suggests that this design understanding can provide a theoretical basis for contemporary biomimetic architectural practices.

Keywords: Ancient architecture, biomimetic design, nature-based design, Ancient Egypt, Ancient Greece.

1. GİRİŞ

Antik dönem mimarlığı, tarihsel süreç içerisinde çoğunlukla estetik değerler, oran, simetri ve biçimsel düzen ilkeleri üzerinden değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım, mimari üretimlerin görsel ve geometrik özelliklerini ön plana çıkarırken, yapıların doğa ile kurduğu çok katmanlı ilişkinin yeterince derinlikli biçimde ele alınmasını sınırlandırmıştır. Özellikle mimari detaylarda gözlemlenen doğa referansları, çoğu zaman yalnızca biçimsel benzerlikler veya estetik taklitler olarak yorumlanmış; bu unsurların çevresel uyum, sembolik anlam üretimi ve kozmolojik temsil gibi daha kapsamlı bağlamları göz ardı edilmiştir. Oysa ki antik uygarlıkların mimari üretimleri incelendiğinde, yapısal, işlevsel ve anlam üretici bir sistem olarak tasarım sürecine dâhil edildiği görülmektedir. Bu bağlamda, doğa ile kurulan ilişkinin tek boyutlu estetik yaklaşımlar üzerinden değerlendirilmesi, antik mimarlığın içerdiği bütüncül tasarım bilgisinin anlaşılmasını zorlaştırmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, antik dönem mimari detaylarının doğa ile kurduğu ilişkinin yalnızca estetik benzerlikler üzerinden açıklanamayacağını ortaya koymak ve bu ilişkinin çevresel adaptasyon, kozmolojik temsil ve sembolik anlam üretimi bağlamında nasıl şekillendiğini analiz etmektir. Bu doğrultuda çalışma, antik mimarlıkta yer alan detayların biyomimetik ilkeler çerçevesinde değerlendirilmesini amaçlamakta; doğadan esinlenme süreçlerinin kültürel bağlamlara göre nasıl farklılaştığını incelemektedir. Antik Mısır ve Antik Yunan uygarlıklarına ait sütun başlıkları üzerinden gerçekleştirilen karşılaştırmalı analiz ile doğa-mimarlık ilişkisine dair farklı yorum biçimlerinin ortaya konulması hedeflenmektedir.

Araştırma, Antik dönem mimarlığını yalnızca estetik ve biçimsel bir üretim alanı olarak ele alan geleneksel yaklaşımların ötesine geçerek, doğa ile kurulan ilişkinin çok boyutlu yapısını ortaya koyması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca, biyomimetik tasarım yaklaşımının tarihsel kökenlerine ışık tutarak, bu yaklaşımın yalnızca modern bir tasarım stratejisi olmadığı; geçmişten günümüze uzanan bir bilgi birikiminin parçası olduğunu göstermektedir.

Çalışma kapsamında, Antik Mısır ve Antik Yunan uygarlıklarına ait mimari detaylar, özellikle sütun başlıkları üzerinden incelenmiştir. Analizler; biçimsel özellikler, strüktürel kurgular ve

sembolik anlamlar çerçevesinde gerçekleştirilmiş ve bu unsurların doğadaki karşılıkları ile kurduğu ilişkiler biyomimetik perspektifle değerlendirilmiştir.

2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışma, antik dönem mimarlığında doğa ile kurulan ilişkinin çok boyutlu yapısını ortaya koymayı amaçlayan nitel bir araştırma yaklaşımı üzerine kurgulanmıştır. Nitel yöntem, karmaşık anlam ilişkilerinin, sembolik ifadelerin ve kültürel bağlamların analiz edilmesine olanak sağlaması açısından bu çalışmanın kapsamına uygun bir yaklaşım sunmaktadır. Araştırma sürecinde, mimari detayların yalnızca biçimsel özellikleri değil; aynı zamanda strüktürel, sembolik ve kavramsal boyutları da dikkate alınarak bütüncül bir değerlendirme yapılmıştır. Bu doğrultuda çalışma; veri toplama, analiz ve yorumlama aşamalarından oluşan sistematik bir yöntem çerçevesinde yürütülmüş; elde edilen bulgular biyomimetik tasarım ilkeleri bağlamında değerlendirilmiştir.

Araştırma kapsamında veri toplama süreci, kapsamlı bir literatür taraması ile gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda antik dönem mimarlığı, mimari detaylar, sembolizm, doğa-mimarlık ilişkisi ve biyomimetik tasarım konularına ilişkin yerli ve yabancı akademik kaynaklar incelenmiştir. Literatür taraması sürecinde özellikle Antik Mısır ve Antik Yunan uygarlıklarına ait mimari elemanlar üzerine yapılan çalışmalar değerlendirilmiş; bu uygarlıklarda doğadan esinlenme biçimleri, sembolik anlamlar ve tasarım yaklaşımları analiz edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, çalışmanın kapsamına uygun örnekler belirlenmiş ve bu örnekler üzerinden detaylı incelemeler yapılmıştır. Bu bağlamda özellikle sütun başlıkları, doğa ile kurulan ilişkinin açık biçimde gözlemlenebildiği mimari elemanlar olarak seçilmiştir.

Antik Mısır ve Antik Yunan mimarlığında sütun tipleri biçimsel ve anlamsal özellikleri açısından karşılaştırmalı analiz yöntemi ile incelenmiştir. Seçilen sütun örnekleri; ilham kaynakları, görsel temsil biçimleri, form özellikleri ve sembolik anlamları üzerinden değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım, iki farklı uygarlığın mimari üretim süreçlerindeki benzerlikleri ve farklılıkları sistematik bir şekilde ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ayrıca karşılaştırma, yalnızca biçimsel düzeyde değil, kültürel ve düşünsel arka planı da kapsayacak şekilde ele alınmıştır.

3. BİYOMİMETİK TASARIM

Her şeyin temelinde olduğu gibi tasarımın temelinde de doğa vardır (Karabetça, 2015, aktaran Öner & Satıcı, 2024). Doğa “Var olan her şeyin canlı ve nesnelerin tümü” ya da “Bilincin dışında kendiliğinden var olanların tümü” şeklinde tanımlanmaktadır (Güler, 2000, aktaran

Öner & Satıcı, 2024). Biyomimetik kavramı ise 1969 yılında Otto H. Schmitt tarafından ortaya konmuş ve "bios" (yaşam) ile "mimesis" (taklit etme) kelimelerinin birleşimiyle oluşturulmuştur (Yıldız, 2012). Ancak biyomimetik yaklaşım, kavram olarak adlandırılmasından önce de varlığını sürdürmüş; doğadan ilham alma pratiği tarihsel süreçte farklı biçimlerde uygulanmıştır. Bu yaklaşım yalnızca bitki ve hayvanlardan değil, aynı zamanda insan biyolojisinden de yararlanmakta olup, doğanın yapı, işlev ve biçim özelliklerinden esinlenen tasarım örneklerini kapsamaktadır. Bu bağlamda, mimarlık tarihi boyunca doğadaki nesneler, biçimler ve süreçler önemli bir esin kaynağı olmuş; insanlar ilk barınma deneyimlerinden itibaren hayvanların yuva yapma yöntemlerini inceleyerek ve doğadaki formları taklit ederek bu etkileri yaşam alanlarına aktarmıştır. Bu yaklaşımın mimarideki en belirgin yansımaları, çoğunlukla hayvan ve bitki dünyasını çağrıştıran ya da onlara benzerlik gösteren süsleme öğelerinde görülmekte olup, bu tür uygulamaların ilk örneklerine antik çağda, özellikle sütun başlıklarında rastlanmaktadır (Tezgör ve Aytin, 2022). Bu doğrultuda, Antik Mısır ve Antik Yunan mimarisinde sütun başlıkları, doğadan esinlenme biçimleri, taşıdıkları simgesel anlamlar ve temsil ettikleri doğal referanslar üzerinden biyomimetik bir perspektifle incelenecektir.

3.1. Antik Mısır Dönemi Sütun Başlıkları

Antik Mısır, eski uygarlıklar arasında en dikkat çekici ve etkileyici örneklerden biri olarak değerlendirilmektedir. Uygarlığın temel dinamiklerinden biri olan Nil Nehri, Mısır'daki yaşamın hemen her yönünü şekillendirmiş; Afrika'nın iç kesimlerinden doğup kuzeye doğru ilerleyerek Akdeniz'e ulaşan bu nehir, bölgenin ekolojik, ekonomik ve kültürel yapısını doğrudan etkilemiştir. Nil'in düzenli taşkın döngüsü, toplumun tüm kesimleri için belirleyici bir yaşam ritmi oluşturmuş; bu döngüyü öngörebilmek amacıyla Ay ve Güneş hareketleri dikkatle izlenmiş ve göksel olaylarla yeryüzü arasındaki ilişkiler sistematik biçimde değerlendirilmiştir (Roth, 2000). Bu çerçevede doğa, Antik Mısır'da yalnızca fiziksel bir çevre unsuru değil; bilgi üretimini, inanç sistemlerini ve gündelik yaşam pratiklerini yönlendiren temel bir referans hâline gelmiştir. Doğal döngülerin sürekliliği ve düzeni, Mısırlıların evreni algılama biçimini şekillendirirken, bu anlayış zamanla mekânsal düzenlemelere ve mimari kurgulara da yansımıştır. Doğadan esinlenen bu yaklaşım, mimaride yönlenme, oran, simetri ve süreklilik gibi kavramların kozmolojik bir anlam çerçevesinde ele alınmasına olanak sağlamıştır. Antik Mısır'da, mimari yapılar kozmolojik düzenin bir yansıması niteliği taşırken, kozmolojik düşünce de mimari formlar aracılığıyla ifade edilmiştir (Hendrix, 2003).

İnan (1987)'a göre, Eski Çağ Mısır mimarisinde sütunlar, özellikle tapınak yapılarında üst örtüyü taşıyan temel yapısal elemanlar arasında yer almıştır. Sütun başlıklarının, yukarı doğru uzanan yaprak formlarını andıran biçimleri, bitkisel kökenli şekillerin mimariye aktarılmasının erken örnekleri olarak değerlendirilmektedir. Antik Mısır tapınak mimarisinde sütun tipolojisi, doğadan alınan formların çeşitlendirilmesiyle zenginleşmiş; başlıklarda açık veya kapalı papirüs demetleri, tek saplı papirüs formları, lotus bitkisini çağrıştıran düzenlemeler ya da daha sade, başlıksız yuvarlak biçimler tercih edilmiştir. Özellikle Yeni İmparatorluk Dönemi'nde, kalın ve düz gövdeli, proto-dorik olarak tanımlanan sütunlar çoğunlukla ölü kültüne yönelik tapınaklarda kullanılmıştır. Papirüs ve lotus başlıklı sütunlar daha çok hipostil salonlarda yoğunlaşırken, Hatorik başlıklar tanrıçalara adanan yapılarda tercih edilmiştir. Bu çeşitlilik, doğadan alınan biçimlerin mimari mekân içerisinde işlevsel ve sembolik anlamlara göre seçildiğini ve bilinçli bir tasarım anlayışıyla sistematik hâle getirildiğini göstermektedir.

3.1.1. Palmiye (Palmiform) Sütunlar

Palmiform sütunlar, doğrudan hurma ağacından ilham alan başlıklarıyla Antik Mısır tapınak mimarisinin en erken bitkisel formlarından biridir. Hurma ağacı, Mısır'da hem yaşam kaynağı hem de sürekliliğin simgesi olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle palmiye formlu sütunlar, yalnızca biçimsel bir benzetme değil, doğanın sürekliliğini ve yaşam döngüsünü temsil eden mimari elemanlar olarak değerlendirilmelidir.

3.1.2. Lotiform Sütunlar

Lotiform sütunlar, lotus çiçeğinin tomurcuk veya açmış hâlinden esinlenerek biçimlendirilmiştir. Lotus, Antik Mısır'da güneşin doğuşu ve yeniden doğuşla ilişkilendirilen kutsal bir bitkidir. Sütun şaftlarının lotus gövdesini andıracak şekilde yivlendirilmesi ve başlıkların gonca ya da açık çiçek formunda tasarlanması, doğadaki büyüme ve açılma süreçlerinin mimari dile aktarılması olarak yorumlanabilir.

3.1.3. Papirüs Formlu Sütunlar

Papirüs formlu sütunlar, Nil deltası ekosisteminin mimariye yansıtıldığı en güçlü örneklerdendir. papirüs bitkisinin doğal formunu soyutlayarak taş mimariye uyarlamıştır. Yeni Krallık döneminde şaftların yukarı doğru sivrilen biçimde tasarlanması, bitkinin doğal büyüme karakterini vurgulamaktadır.

3.1.4. Koni Formlu Sütunlar

Yivli şaftları ve kozalak dallarını andıran başlıklarıyla bu sütunlar, doğrudan bitkisel formlardan ilham almış geçici bir mimari deneme olarak yorumlanmaktadır (İnan, 1997; Sadıkoğlu, 2006; TarihPedia, t.y.).

3.2. Antik Yunan Dönemi Sütun Başlıkları

Antik Yunan uygarlığı, zengin doğal çevre koşulları içinde gelişmiş olması nedeniyle doğayı yalnızca yaşamsal bir kaynak olarak değil, aynı zamanda düşünsel ve sanatsal bir referans alanı olarak ele almıştır. Antik Yunan mimarisinde doğadan ilham alma anlayışının önemli bir boyutu, insan bedeninin doğanın ayrılmaz bir parçası olarak görülmesidir. Yunan düşüncesinde insan, evrenin merkezine yerleştirilmiş ve "insan her şeyin ölçüsüdür" anlayışı mimari ve sanatsal üretimin temel ilkelerinden biri hâline gelmiştir. Bu yaklaşım, sütun düzenlerinin insan bedeninin oranlarından türetilmesinde açıkça görülmekte; Dor düzeni erkek bedeniyle, İyon düzeni kadın bedeniyle, Korint düzeni ise genç bir kızın zarafetiyle ilişkilendirilerek doğa, insan ve mimarlık arasındaki bütüncül bağ mimari dile aktarılmaktadır (Atalay, 2010). Yunanlılar için doğa hem kutsal hem de öğretici bir kaynak olarak kabul edilmiş; mimari elemanlar bu anlayış doğrultusunda sembolik, yapısal ve estetik açıdan bütüncül bir yaklaşımla tasarlanmıştır. Bu bağlamda sütunlar, yalnızca taşıyıcı unsurlar olmanın ötesine geçerek insan ile doğa arasındaki ilişkinin mimari bir ifadesine dönüşmüştür. Özellikle Karyatid sütunları ile ağaç formlarından esinlenerek geliştirilen Dor, İyon ve Korint düzenleri, bu yaklaşımın en belirgin örnekleri arasında yer almaktadır. Vitruvius, *Mimarlık Üzerine On Kitap* adlı eserinde Karyatid figürlerinin yalnızca estetik bir unsur olmadığını, aynı zamanda tarihsel ve simgesel bir anlam taşıdığını ifade etmektedir. Vitruvius'a göre, Peloponnesos Yarımadası'nda bulunan Karia kentinin Perslerle iş birliği yapması sonucunda Yunanlar tarafından cezalandırılması, bu figürlerin ortaya çıkışına zemin hazırlamıştır. Karia'nın erkeklerinin öldürülmesi ve kadınlarının köleleştirilerek uzun giysileriyle kamusal alanda sergilenmesi, bu kadın figürlerinin mimaride sütun olarak kullanılmasına neden olmuş; böylece cezalandırma ve utanç kavramları kalıcı bir mimari simgeye dönüştürülmüştür (Vitruvius, 2005). Bu doğrultuda Karyatid sütunları, insan bedeninin hem taşıyıcı bir yapı elemanına hem de anlam yüklü bir mimari unsura dönüşmesini sağlayan özgün bir örnek olarak değerlendirilebilir. Doğanın bir parçası olarak kabul edilen insan bedeni, doğrudan mimari bir bileşene dönüşerek Antik Yunan'ın insan merkezli dünya görüşünü somut bir biçimde ortaya koymaktadır diyebiliriz.

3.2.1. Dor Düzeni

Atalay (2010)'a göre Antik Yunan mimarlığının bilinen en erken ve en sade mimari düzenidir.Dor tapınakları genellikle birkaç basamakla çıkılan yükseltilmiş bir zemin üzerinde konumlandırılmıştır. Sütunlar ya tek parça taştan ya da üst üste bindirilmiş silindirik taş bloklardan oluşturulmuş, gövdeleri yukarıdan aşağıya doğru uzanan keskin yivlerle işlenmiştir. Bu yivli yüzey, sütunun aşağıdan yukarıya doğru incelenen formuyla birlikte güçlü ve sağlam

bir etki yaratmaktadır. Dor düzeni, biçimsel özellikleri bakımından çoğu araştırmacı tarafından erkeklik, güç ve yalınlığın simgesi olarak yorumlanmaktadır. Kalın oranlı sütunlar, süslemesiz başlıklar ve güçlü kütlesel etki, bu düzenin ciddi ve anıtsal karakterini ortaya koymaktadır. Bu nedenle Dor sütunları, özellikle çok katlı yapıların alt katlarında tercih edilmiştir.

Doğadan ilham bağlamında değerlendirildiğinde Dor sütunu, biçimsel olarak bir ağaç gövdesini çağrıştırmaktadır. Kaidesiz olarak doğrudan zemine oturan sütun, toprağa kök salmış bir ağaç izlenimi verirken; gövdedeki yivler, kabuğu soyulmuş bir ağaç yüzeyini anımsatmaktadır. Bu yönüyle Dor düzeni, doğanın yalın ve güçlü formlarının mimariye aktarılmış bir ifadesi olarak okunabilmektedir (Arkeoloji ve Sanat, t.y.).

3.2.2. İyon Düzeni

İyon düzeni, Dor düzenine kıyasla daha ince oranlara sahip, zarif ve dekoratif karakteriyle Antik Yunan mimarlığında ayırt edici bir yere sahiptir. Dor tapınaklarının ağır, kütlesel ve yere basan etkisine karşılık, İyon tapınakları yükselme duygusu, incelik ve hafiflik izlenimi uyandırmaktadır. Bu fark, özellikle sütun gövdeleri, sütun kaideleri ve başlık biçimlerinde belirginleşmektedir..İyon sütun başlıkları, bu düzenin en karakteristik mimari öğesidir. Başlıkların ön yüzünde yer alan ve volüt adı verilen helezonik kıvrımlar, koç boynuzunu andıran formlarıyla düzenin zarafetini vurgular.İyon sütun gövdeleri Dor sütunlarına oranla daha uzun, daha ince ve daha derin yivlere sahiptir. Bu yivler, Dor düzenindeki keskin hatlı ayırımlardan farklı olarak, aralarında ince düz silmeler bırakacak biçimde düzenlenmiştir. Bu durum, sütun yüzeyinde daha yumuşak ve akıcı bir etki yaratmaktadır (Arkeoloji ve Sanat, t.y.; Atalay, 2010).

3.2.3. Korint (Korinth) Düzeni

Korinth düzeni ile İyon düzeni arasındaki temel fark, sütun başlıklarında görülmektedir. İyon düzeninde yer alan volütlü başlık formu, Korint düzeninde yerini doğadan ilham alan akantus yapraklarıyla biçimlendirilmiş daha süslemeci bir başlığa bırakmıştır. Sütun kaidesi ve gövde oranları büyük ölçüde İyon düzeniyle aynı kalırken, yenilikçi ve ayırt edici unsur başlıkta yoğunlaşmıştır.Korint başlığı, akantus yapraklarının soyutlanarak taş bir mimari forma dönüştürülmesiyle oluşturulmuş olup, doğa formlarının mimari dil içerisinde sembolik bir anlam kazandığı önemli bir örnektir. (Arlı, 2019).Vitrivius; Korinth başlığının MÖ 440 yılında mimar Kallimakhos tarafından bulunduğunu ifade etmektedir. Efsaneye göre; Korinth'te yaşayan evlilik çağındaki genç bir kadının hastalanıp ölmesi üzerine dadısı hayattayken kullandıkları eşyalarını bir sepete koyarak mezarına bırakır, zarar görmesin diye de üzerine bir kiremit kapatır. Bu sepeti zaman içinde akanthus yaprakları sarar. Bu görüntü mezarın

yakınından geçen Kalliamahkos'un dikkatini çeker ve bundan yola çıkarak Korinth başlığını tasarlar (Başaran, 1997; Sarıgül, 2025).

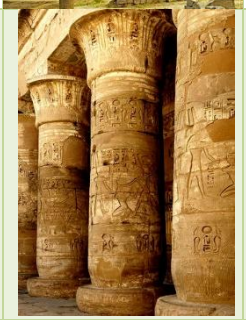
4. BULGULAR

Antik Mısır ve Antik Yunan mimarlığında sütunlar, yalnızca taşıyıcı elemanlar olarak değil, aynı zamanda estetik ve temsili anlamlar taşıyan önemli mimari öğeler olarak öne çıkmaktadır. Her iki uygarlıkta da sütun tasarımlarında doğadan ilham alma eğilimi görülmekte; bitkisel ve organik formlar mimari dile farklı biçimlerde yansımaktadır. Ayrıca sütun başlıkları, gövde oranları ve genel kompozisyon üzerinden belirli bir stil bütünlüğü oluşturulmuş, bu elemanlar kültürel kimliği yansıtan sembolik araçlar haline gelmiştir. Bununla birlikte, Antik Yunan sütunlarının gelişiminde Antik Mısır mimarisinin biçimsel ve yapısal etkilerinin belirleyici olduğu bilinmektedir (Roth, 2000; Wenke, 2009).

İki uygarlık arasında bu ortaklıkların yanı sıra belirgin farklılıklar da bulunmaktadır. Antik Mısır'da sütunlar, lotus, papirüs ve palmiye gibi doğal formların doğrudan taklidi ile oluşturulurken; Antik Yunan'da bu formlar soyutlanarak ve idealize edilerek yeniden yorumlanmıştır. Mısır sütunlarında bitkisel kökenli formlar baskınken, Yunan sütunlarında insan bedeni ve oran sistemi temel referans haline gelmiş; bu durum mimari anlayışın insan merkezli bir yaklaşıma evrildiğini göstermiştir. Antik Mısır'da sütunlar daha çok dini ve kozmolojik anlamlar taşırken, Antik Yunan'da estetik, oran ve ideal güzellik arayışı ön plana çıkmıştır. Biçimsel açıdan değerlendirildiğinde, Mısır mimarlığında organik ve betimleyici bir dil hâkimken; Yunan mimarlığında geometrik düzen, simetri ve oran belirleyici olmuştur. Ayrıca Antik Yunan'da Dor, İyon ve Korinth düzenleriyle birlikte sütunlar sistematik ve kurallı bir mimari dil oluştururken, Antik Mısır'da daha çok doğaya bağlı ve çeşitlenen biçimsel ifadeler görülmektedir. Korinth düzeninde görülen akanthus yaprağı gibi bitkisel bezemeler, Mısır etkisinin Yunan mimarlığında daha dekoratif ve stilize edilmiş bir biçimde yeniden yorumlandığını ortaya koymaktadır (Arlı, 2019). Bu bağlamda, Antik Mısır'da sütunlar doğayı doğrudan temsil eden unsurlar olarak ortaya çıkarken, Antik Yunan'da sütunlar doğanın kendisinden ziyade insanın doğayı algılama ve idealize etme biçiminin bir yansıması haline gelmiştir.

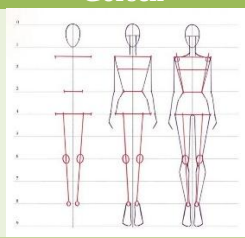
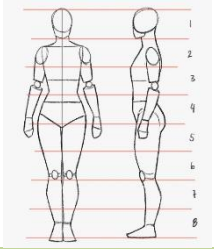
Bu bölümde gerçekleştirilen incelemeler sonucunda, Antik Mısır ve Antik Yunan sütun başlıklarının doğadan esinlenme ve biçimsel özellikler açısından hem benzerlikler hem de farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum aşağıdaki tablolarda karşılaştırmalı olarak sunulmuştur (Tablo 1 ve Tablo 2).

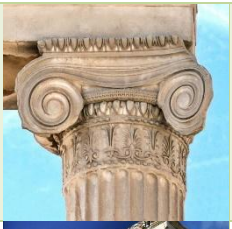
Tablo 1. Antik Mısır Sütun Tiplerinin Analizi

Uygarlık	Sütun Tipi	Sütun Görseli	İlham Kaynağı	İlham Kaynağı Görseli	Biçimsel Özellikler	Anlamsal İçerik
Antik Mısır	Palmiye Sütun		Hurma ağacı		Uzun, silindirik gövde, üstte yaprak benzeri başlık	Yaşam, bereket, süreklilik
Antik Mısır	Lotiform Sütun		Lotus bitkisi		Kapalı/açık tomurcuk formunda başlık	Yeniden doğuş, saflık,
Antik Mısır	Papirüs Sütun		Papirüs bitkisi		Demet halinde dikey gövdeler, başlıkta bitkisel açılım	Nil'in döngüsü, kültürel süreklilik
Antik Mısır	Koni Sütun		Kozalak / dal formları		Yukarı doğru daralan, organik form	Doğal büyüme, kozmik düzen

Bu tabloda kullanılan görseller; TarihPedia (t.y.), Mutlu Çiçekler (2024), Sochic (t.y.), Wikipedia (t.y.), Mehmet Söylemez (t.y.)

Tablo 2. Antik Yunan Sütun Tiplerinin Analizi

Uygarlık	Sütun Tipi	Sütun Görseli	İlham Kaynağı	İlham Kaynağı Görseli	Biçimsel Özellikler	Anlamsal İçerik
Antik Yunan	Karyatid		İnsan bedeni (kadın figürü)		Taşıyıcı kadın figürleri	Estetik, insan merkezcilik, temsil
Antik Yunan	Dor Düzeni		Erkek bedeni / ağaç gövdesi		Kalın, sade, tabansız sütun, güçlü oranlar	Güç, sadelik, dayanıklılık

Antik Yunan	İyon Düzeni		Kadın bedeni / koç boynuzu (volüt)		İnce, zarif gövde, kıvrımlı başlık	Zarafet, denge, estetik uyum
Antik Yunan	Korinth Düzeni		Akanthus bitkisi / genç kız zarafeti		Zengin bezemeli, yapraklı başlık	Doğanın estetiği, süsleme, ihtişam

Bu tabloda kullanılan görseller; TarihPedia (t.y.),Pinterest (t.y.), ArkeoWomen (2017), Arkeofili (t.y.), Hayvan İsimleri (t.y.), Kent Harita (t.y.) ve Kocaeli Bitkileri (t.y.) kaynaklarından derlenmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, antik dönem mimarisinde doğadan esinlenmenin yalnızca biçimsel bir taklit süreci olmadığını; doğanın farklı kültürel bağlamlarda yeniden yorumlanmasıyla oluşan çok katmanlı bir anlam üretim sürecine dayandığını göstermiştir.

Antik Mısır mimarisinde bitkisel formlar belirleyici bir rol oynarken, Antik Yunan mimarisinde doğa ile insan bedeni arasındaki analojiler ön plana çıkmış; doğal düzenin mimari forma dönüştürülmesi daha soyut ve idealize edilmiş bir anlayış üzerinden gelişmiştir. Bu durum, biyomimetik yaklaşımın kültürden kültüre değişen yorumlarını ortaya koymakta ve doğa-mimarlık ilişkisinin sabit bir model değil, bağlama göre şekillenen dinamik bir yapı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, antik dönem mimari üretimlerinin doğa ile kurduğu ilişkinin farklı kültürel ve düşünsel sistemler doğrultusunda biçimlendiği anlaşılmıştır. Bu bağlamda biyomimetik düşüncenin kökenlerinin antik dönemlere kadar uzandığı ve yalnızca modern bir tasarım yaklaşımı değil, tarihsel süreç içinde sürekli dönüşen bir bilgi alanı olduğu söyleyebiliriz. Bu çalışma, doğa temelli tasarım yaklaşımlarının tarihsel sürekliliğini ortaya koyarak, günümüz biyomimetik mimarlık pratikleri için kuramsal ve kavramsal bir zemin sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Arkeofili. (t.y.). Mekaniğin ve estetiğin buluştuğu yer: Sütun başlığı. https://arkeofili.com/mekanigin-ve-estetigin-bulustugu-yer-sutun-basligi/

Arkeoloji ve Sanat. (t.y.). Mekaniğin ve estetiğin buluştuğu yer: Sütun başlığı. https://www.arkeolojisanat.com/shop/blog/mekanigin-ve-estetigin-bulustugu-yer-sutun-basligi_3_1173829.html

ArkeoWomen. (2017). Parthenon. https://arkeowomen.blogspot.com/2017/01/parthenon.html

Arlı, Y. (2019). *Mimari yapılar eşliğinde Korinth sütun başlığının gelişim evreleri*. In B. Kırmızı & B. Işıgüzel (Eds.), Türkiye vizyonu: Multidisipliner çalışmalar (ss. 218–224). Ekin Yayınevi.

Atalay, G. (2010). Antik devirde mimari kurallar ve inşaat teknikleri [Yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, Türkiye.

Başaran, C. (1997). Kyzikos Korinth başlıkları. *Türk Arkeoloji Dergisi*, 31, 1–52.
Hayvan İsimleri. (t.y.). Boynuzlu hayvanlar. https://www.hayvanisimleri.net/boynuzlu-hayvanlar
Hendrix, J. (2003). *Architectural forms and philosophical structures*. Peter Lang Publishing.
İnan, A. (1987). *Eski Mısır tarihi ve medeniyeti*. Türk Tarih Kurumu Yayınları.
Kent Harita. (t.y.). Korint düzeni ne demektir?. https://www.kentharita.com/korint-duzeni-ne-demektir/
Kocaeli Bitkileri. (t.y.). Acanthus mollis (ayı pençesi). https://kocaelibitkileri.com/acanthus-mollis-ayi-pencesi/
Mehmet Söylemez. (t.y.). Kozalak. https://mehmetsoylemez.com.tr/kozalak/
Mutlu Çiçekler. (2024). Hurma ağacı nasıl ve nerede yetişir?. https://mutlucicekler.com/2024/11/14/hurma-agaci-nasil-ve-nerede-yetisir/
Öner, H., & Satıcı, B. (2024). Doğal formların mimari tasarım üzerindeki etkileri. *Journal of Technology and Applied Sciences, 7*(2), 117–143. https://doi.org/10.56809/icujtas.1469908
Pinterest. (t.y.). Görsel. https://tr.pinterest.com/pin/7318418141810576/
Pinterest. (t.y.). Görsel. https://tr.pinterest.com/pin/7881368095359826/
Roth, L. M. (2000). Mimarlığın öyküsü (E. Akça, Çev.). Kabalcı Yayınevi.
Sadıkoğlu, P. (2006). Antik Mısır'ın günümüz sanatına uzantıları ve bir yeniden yorumlama [Yüksek lisans tezi]. Yeditepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
Sarıgül, M. (2025). A group of Corinthian capital found in Alabanda ancient city. *Current Perspectives in Social Sciences, 29*(4), 625–639.
Sochic. (t.y.). Lotus çiçeğinin anlamı nedir?. https://www.sochic.com/blog/lotus-ciceginin-anlami-nedir
TarihPedia. (t.y.). Mısır genel sütun çeşitleri. https://www.tarihpedia.com/misir_genel_sutun_cesit/
Tezgör, D. G., & Karakaya Aytin, B. (2022). Biyomorfik form ve örüntülerden esinlenen tasarımlar üzerine bir stüdyo deneyimi. *SED Journal of Art Education*, 10(1).
Vitruvius. (2005). *Mimarlık üzerine on kitap* (S. Güven, Çev.). Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı.
Wenke, R. J. (2009). *The ancient Egyptian state: The origins of Egyptian culture (c. 8000–2000 BC)*. Cambridge University Press.
Wikipedia. (t.y.). Cyperus papyrus. https://tr.wikipedia.org/wiki/Cyperus_papyrus
Wikipedia. (t.y.). Karyatid. https://tr.wikipedia.org/wiki/Karyatid
Yıldız, H. (2012). Endüstri ürünleri tasarımı kapsamında biyomimetik tasarımın yeri ve metodolojisi [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

SOLID WASTE FACILITY SITE SELECTION: METHODS, CRITERIA, AND EMERGING TRENDS

Halid İrfan KILIÇ
Istanbul Technical University, Department of Civil Engineering, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0009-0007-7814-0504
Harun TURKOGLU
Istanbul Technical University, Department of Civil Engineering, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0002-2484-4553
Atilla DAMCI
Istanbul Technical University, Department of Civil Engineering, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0965-2673

ABSTRACT

Solid waste management has become a critical planning challenge for metropolitan areas worldwide as a result of rapid urbanization, population growth, and industrialization. The siting of these facilities is a complex decision-making process that requires the simultaneous consideration of environmental, social, economic, and technical constraints. Although a number of studies have addressed this problem, there is still a lack of a systematic classification of the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods applied, the evaluation criteria used, and their emerging methodological trends. To fill this research gap, a systematic analysis was conducted following the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines, encompassing publications from the past decade across Web of Science, Scopus, and Google Scholar databases. The findings indicate that the Analytic Hierarchy Process (AHP) is the predominant MCDM method, frequently followed by the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) and VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR). Environmental and spatial factors, including distance to main roads, slope, land use, and proximity to surface water and residential areas, are consistently used as the primary evaluation criteria. Furthermore, recent trends highlight a methodological transition towards hybrid algorithms and fuzzy logic, with the integration of Geographic Information Systems (GIS) becoming a standard practice. Nevertheless, there is no consensus regarding the weighting of criteria, and the majority of studies are confined to case study analysis. As a result, this study provides decision-makers with a systematic framework for selecting methods and criteria, while offering researchers a systematic review of current trends and gaps to guide future model development.

Keywords: geographic information systems (GIS); multi-criteria decision making (MCDM); site selection; solid waste management; systematic analysis.

LATMOS KÜLTÜREL PEYZAJ ALANININ ALGISI VE BİLİNİRLİĞİ

Kerime Merve ALACA
Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İzmir-Türkiye
ORCID:0009-0004-7049-2319
Prof. Dr. Hümeyra BİROL
Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İzmir-Türkiye
ORCID: 0000-0002-2941-7702

ÖZET

1992 yılında UNESCO tarafından Dünya Miras Sözleşmesi'ne dahil edilen kültürel peyzaj alanlarının korunması, içerdikleri doğal ve yapılı çevre unsurlarının yaşatılmasını sağlamasının yanı sıra, geçmişten günümüze ulaşan bilginin anlaşılmasına ve yorumlanarak yere özgü bilgi ve yöntemlerin oluşturulmasına imkan sunmaktadır. Bu alanlarda yer alan kültür varlıklarının ve bu varlıkları bütünleştirerek alanın peyzaj değerinin oluşturan bütüncül kurgunun algılanabilmesi, insan ve doğanın bir aradalığının anlaşılabilmesi için önemlidir. Bu çerçevede, kültürel peyzaj alanlarının bütüncül değerini anlayabilmek için bilinirliğinin ve kontrollü deneyimin sağlanması gereklidir. Söz konusu deneyim, ziyaretçilerin kültürel unsurların algısını ve bulunduğu bağlamın farkındalığını sağlamalı, nitelikli bilgilendirme içermeli ve algıladıkları değerleri yorumlamasına olanak sunmalıdır. Böylece algılanan ve deneyimlenen üzerinden üretilen anının, birey ve yer arasındaki bağın kurulması, kurulan bağın miras alanının sahiplenmesini ve korunması için eyleme geçilmesi mümkündür.

Bu yaklaşımla kurgulanan çalışma, kültürel peyzaj alanlarının korunması çerçevesinde bilinirliğin, algının, anı üretiminin etkisine dikkat çekmekte ve temel aldığı tartışmayı Latmos/Beşparmak dağları kültürel peyzaj alanı üzerinden gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda; Latmos bölgesinin genel özellikleri konumu, miras niteliği, alanın koruma statüsü ve koruma durumu, alanın bilinirliliğini arttıran faaliyetleri bakımından değerlendirilmektedir. Araştırmanın çalışma alanına dair bilimsel ortamda sunulan bilgi ile toplumsal algı ve toplumsal bellekteki bilinirlik arasındaki ilişkiyi ortaya koyması, elde edilecek verilerin yorumlanarak alanın öznel niteliklerinin bilinirliğinin arttırılması için öneriler sunulması hedeflenmektedir. Böylelikle, Latmos/Beşparmak kültürel peyzaj alanının literatürde yer alan kültürel unsurlarının ve sosyal medyada yer bulan algının, anıların ve atfedilen değerlerin karşılaştırmalı okunarak değerlendirilmesine imkan sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kültürel Peyzaj, Koruma, Bilinirlik, Algı, Latmos/Beşparmak Dağları

PERCEPTION AND AWARENESS OF LATMOS CULTURAL LANDSCAPE

ABSTRACT

The preservation of cultural landscapes, consist of natural and built environments components are included in the World Heritage Convention by the UNESCO in 1992 while offering the opportunity to understand the knowledge from the past, to interpret it, and to develop place-specific, innovative methods. In order to develop a deep understanding of the coexistence of humans and nature, it is important to perceive the cultural assets and the integrated structure that gathers all the built and natural values. In this framework, ensuring awareness and controlled experience is essential to comprehend the holistic value of cultural landscapes. The mentioned experience has to provide the perception of the cultural components and the awareness of its cultural context while covering detailed knowledge and offering the opportunity to interpret the perceived values. Thus, it will be possible to develop memories regarding the experience, create bonds between people and places, appropriate these bonds, and get into action to preserve them.

This study, pointing out the impact of awareness, perception, and memory-making within the preservation of cultural landscapes, aims to realize the discussion on the cultural landscape of Latmos/Beşparmak mountains. In this regard, the general features of the region, its rural and natural characteristics, conservation status, and the actions aiming to increase awareness are to be evaluated.

This study, structured on the hypothesis of the insufficiency of the awareness of the unique characteristics of the site, plans to develop comparative research on the perception and awareness of the site. Besides, it is aimed at putting forward the relation between the scientific knowledge and the social perception and awareness while proposing ideas to strengthen the awareness by interpreting the obtained data. Thus, offering a detailed understanding of the cultural values of the cultural landscape of the Latmos/Beşparmak mountains by comparing the components mentioned in the literature and the ones that took place in the perception and memories of the users.

Keywords: Cultural Landscape, Conservation, Awareness, Perception, Latmos/Beşparmak Mountains

TÜRKİYE'DE ERİŞİLEBİLİRLİĞİN ÖNÜNDEKİ ENGELLERİN KALDIRILMASINDA TEORİK VE PRATİK YAKLAŞIMLAR

Mehmet PALA
Gaziantep University, Faculty of Arts and Science, Biochemistry Science and Technology, Gaziantep
ORCID: 0000-0001-6495-4880

ÖZET

Erişilebilirlik, fiziksel çevre, ürünler, hizmetler ve dijital içeriklerin engelli bireyler, yaşlılar ve geçici kısıtlaması olanlar dahil herkes tarafından bağımsız, güvenli ve eşit şekilde kullanılabilmesidir. Temel amaç, engelleri kaldırarak toplumsal katılıma ve eşit fırsatlara olanak sağlamaktır. Bazı durumlarda, toplumdaki zihinsel önyargılardan dolayı engellilik bir sorun, bir yük olarak görülebilmektedir. Aslında engellilik bir hastalık hali değildir, farklılık ve zorluk halidir. Aynı hedefe varabilmek için daha fazla emek, daha geniş alan isteyen, daha fazla anlayış gerektiren bir durumdur. Engeller acınarak değil empati kurularak aşılır. Erişilebilirlik bir etik meseledir. Erişilebilirlik zihinlerde başlar, davranışlarda devam eder, erişilebilir imalatlarla hayat bulur ve amaca ulaşır. Erişilebilirlik bir kültüre dönüşmelidir. Erişilebilirlik kesintiye gelmez, kesintisiz ve sürdürülebilir uygulamalar ister. Evin içinde başlayan erişim, caddede, kaldırımda, dijital ortamlarda devam eder, toplu taşıma ile sürdürülür, kamuya açık alanlarda ve binalarda tamamlanır. Yapılar ve araçlar kullanılmaya başlanmadan önce doğru yapılmalıdır. Sonradan düzeltme işlemi hem çok maliyetli olabilir hem de istenilen şekilde sonuç alınamayabilir. Mesela asansör kuyusu dar yapılmışsa çoğu zaman genişletmek mümkün olmaz veya toplu taşıma araçlarının biniş yüksekliği kaldırımlara uygun yapılmamışsa sonradan düzeltmek imkansız olabilir. Her ne kadar yasal mevzuat oluşturulsa da yerel yönetimlerde ve özel girişimlerde konu tam olarak anlaşılamamakta ve uygulamalarda büyük tezatlar bulunmaktadır. İhtiyaca cevap vermesi gereken erişilebilirlik uygulamaları kısmi olarak gerçekleştirilmekte, mesele bir bütün olarak ele alınmamaktadır. Erişilebilirlik güvenlikle birlikte değerlendirilmediği için hatalı imalatlar ihtiyaca cevap veremediği gibi, güvenliksiz mekanlar ortaya çıkmaktadır. Planlama ve uygulamadaki eksikliklerden dolayı bütçe ayrılmasına rağmen sonuç beklenenden farklı olmaktadır. Çoğunlukla kaliteye ve görünüşe önem verilmekte, erişilebilirlik bakımından işlevsellik yeterli seviyede olmamaktadır. Eğim ve güvenlik sorunu olan rampalar, kaygan zeminler, dar kapılar, dar kabinler, kot farkları, okunamayan ve anlaşılamayan işaretlemeler, yön tabelaları, tüm engel gruplarına hitap edemeyen mekanlar bunlara örnek verilebilir. Sözde erişilebilirlik uygulamaları erişim sağlayamaz. Çalışanlar gerekli eğitimlerden geçirilerek gerekli bilgi, bilinç ve özverinin sağlanması gerekir.

Anahtar Kelimeler: Erişilebilirlik, farkındalık, uyum, standartlaşma

THEORETICAL AND PRACTICAL APPROACHES TO REMOVING BARRIERS TO ACCESSIBILITY IN TURKEY

ABSTRACT

Accessibility is the ability of everyone, including individuals with disabilities, the elderly, and those with temporary limitations, to use the physical environment, products, services, and digital content independently, safely, and equally. The main goal is to enable social participation and equal opportunities by removing barriers. In some cases, due to preconceived notions in society, disability can be seen as a problem, a burden. In fact, disability is not a disease, but a difference and a challenge. It is a situation that requires more effort, a wider scope, and more understanding to reach the same goal. Barriers are overcome not with pity, but with empathy. Accessibility is an ethical issue. Accessibility begins in the mind, continues in behaviors, comes to life with accessible manufacturing, and achieves its goal. Accessibility must become a culture. Accessibility cannot be interrupted; it requires continuous and sustainable practices. Access, which begins inside the home, continues on the street, on the sidewalk, in digital environments, is sustained with public transportation, and is completed in public spaces and buildings. Structures and equipment must be constructed correctly before they are put into use. Corrections afterward can be very costly and may not yield the desired results. For example, if an elevator shaft is built too narrow, it is often impossible to widen it, or if the boarding height of public transport vehicles is not designed to accommodate sidewalks, it may be impossible to correct it later. Although legal regulations exist, the issue is not fully understood by local governments and private enterprises, and there are significant discrepancies in implementation. Accessibility practices, which should meet the needs, are only partially implemented, and the issue is not addressed holistically. Because accessibility is not considered together with safety, faulty constructions fail to meet the needs and create unsafe spaces. Due to deficiencies in planning and implementation, the results differ from expectations despite budget allocation. Often, emphasis is placed on quality and appearance, while functionality in terms of accessibility is insufficient. Examples include ramps with slope and safety issues, slippery surfaces, narrow doorways, narrow cabins, differences in elevation, unreadable and incomprehensible signage, directional signs, and spaces that do not cater to all disability groups. So-called accessibility practices often fail to provide accessibility. Employees must undergo necessary training to ensure they possess the required knowledge, awareness, and dedication.

Keywords: Accessibility, awareness, compliance, standardization

1. INTRODUCTION

Disability is a significant social issue affecting different segments of society. Affecting the living conditions of each individual and causing them to face various challenges, disability can manifest in a wide range of different forms. It is needed to be examined this important issue more closely by means of theory and practice in Türkiye.

Inclusive and accessible design is not just about catering to people with disabilities. It also encompasses the needs of the elderly, children, pregnant women, and individuals with temporary impairments. It is about ensuring that all citizens, regardless of their physical or cognitive abilities, have the opportunity to participate fully in society.

Designing for accessibility requires a comprehensive understanding of the various components that contribute to an inclusive built environment. This involves a deep appreciation of universal design principles, a keen eye for architectural features that can enhance accessibility, and a recognition of the role technology can play in promoting accessibility.

2. CONCEPTS IN ACCESSIBILITY

2.1. Disability-accessibility

Disability can be in seeing, in hearing, in speech, in movement, by mental retardation, by mental illness or in any other situation (Singh and Khan) (Figure 1). Accessibility refers to the ability of everyone, including individuals with disabilities, to use products, services, physical environments, and digital platforms equally and independently. Accessibility arrangements must be compliance for all kinds of disabilities. Its main purpose is to provide equal opportunities for social participation by removing physical, digital, or social barriers for individuals.



Figure 1. Disability types. (3)

Accessibility is encountered in many different aspects of life; Digital Accessibility, physical accessibility and cognitive accessibility.

Digital accessibility refers to websites, mobile applications, and documents being understandable and manageable by individuals using screen readers, voice commands, or alternative input devices. Physical accessibility involves making buildings, public transportation, and public spaces accessible to everyone through arrangements such as wheelchair ramps, elevators, and haptic surfaces. Cognitive accessibility refers to presenting information in a simple language, with a clear structure and easily understandable design elements, in a way that is suitable for individuals with different learning and comprehension needs.

2.2. Equality-equity

Equity is about an equality of access where the means of access are determined by the particular conditions of in-access. Equity does not mean equality in the course of events, it is equality in the outcome. It is achieving equal results (Figure 2). Accessibility aims to ensure that each individual achieves the same outcome by providing appropriate support according to their needs, rather than giving everyone the same thing (equality).

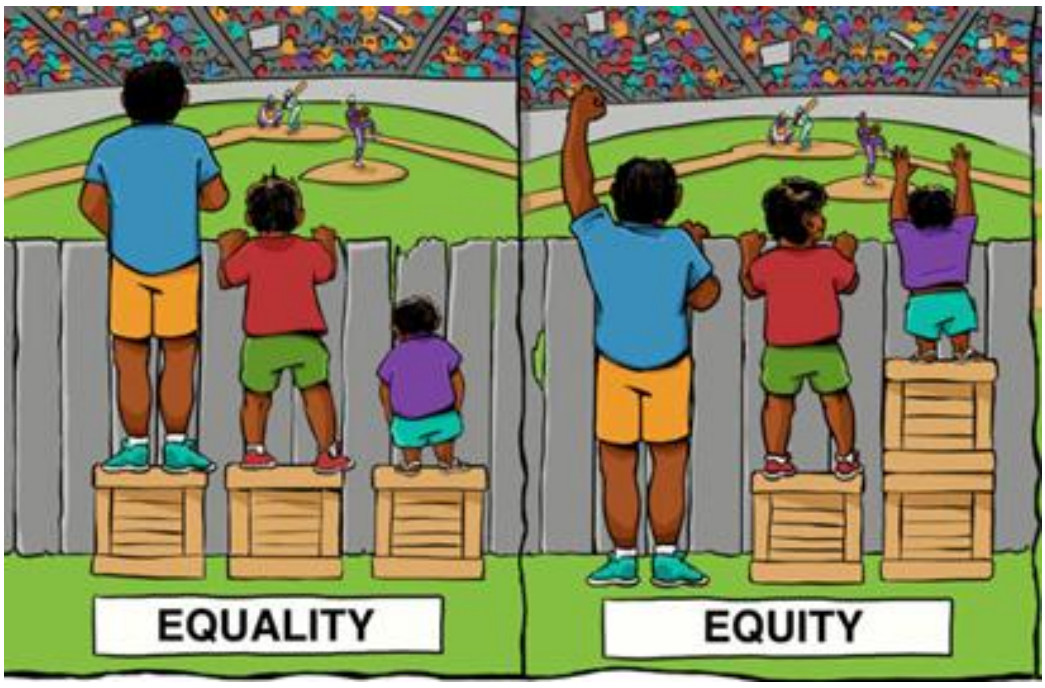


Figure 2. Equality and equity. (8)

Accessibility makes life easier not just for people with disabilities, but for the whole community, Elevators for parents using strollers, subtitles for those watching videos in a noisy environment, high-contrast screens for those using phones in bright sunlight.

3. PROBLEMS AND SOLUTIONS IN ACCESSIBILITY

3.1. Constituting inclusive places in architecture

Architecture is more than just the design of buildings. It involves the creation of spaces that define our interaction with the built environment, shaping our experiences and influencing our daily lives. The significance of architecture expands beyond aesthetic appeal, extending into the realms of social inclusion, accessibility, and sustainability. It is not merely about constructing buildings; it is about building societies.

In its broadest sense, accessibility in architecture refers to the ability for all people, regardless of their physical or cognitive abilities, to effectively use and experience the built environment. It involves creating spaces that are not only physically accessible but also promote a sense of belonging and inclusivity. Accessibility in architectural design is fundamentally about understanding and responding to the diverse needs and abilities of all users. This includes not just people with disabilities, but also the elderly, children, pregnant women, and individuals with temporary impairments, among others. It's a recognition that the spectrum of human abilities is vast and varied, and that the built environment should reflect this diversity.

Accessible designs need equitability, flexibility, simplicity, perceptibility, need low physical power and adequate approachment space.

The elements of accessible design; Ramps and lifts, wide doorways and corridors, level surfaces, non - slip surfaces, clear signage, adequate lighting, accessible restrooms, adjustable systems, universal handles and controls, auditory and visual alarms. (Singh and Saxena, 2023) (Figure 3).

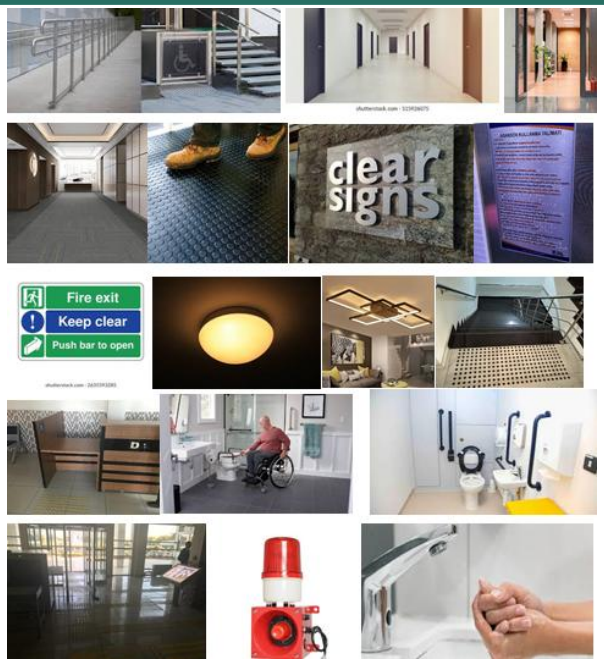


Figure 3. Elements of accessibility.

3.2. Legislative studies

Based on Law No. 5378 on Persons with Disabilities, *Accessibility Monitoring and Inspection Regulation* was published in 2013. In 2014, *Accessibility Monitoring and Inspection Commissions* were established within the Governorates, and inspections of public buildings, open spaces, and public transportation vehicles began. Considering the problems encountered and new needs, the regulation was updated in 2016. Accessibility was incorporated into the *Planned Areas Zoning Regulation* by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change in 2017. Accessibility practices have been made mandatory for the built environment. Thus, accessibility became a mandatory condition for issuing building occupancy permits. In 2024, an Accessibility Guide for buildings was prepared.

3.3. Accessibility is about cultural practice

Accessibility is a highly subjective, cultural practice, less an objective, technical process. While there are standards and regulations governing much of our decision-making in accessible design, these standards do not always address the biases (social, cultural, economic, technical, etc.) we as accessibility editors might carry forward through our designs, whether intentionally or not. As accessibility editors, we are responsible for not only the products we produce, but the choices we make in our designs and how the world around us shapes our ability to respond ethically and responsibly to issues of access (Pala 2026).

4. RESULTS AND DISCUSSION

The publication of accessibility regulations, the establishment of monitoring and inspection commissions, the commencement of inspections, and the inclusion of the regulations in the zoning law may indicate that everything is going well, but no real results are being achieved in practice. Inspections are carried out, warnings are issued, and fines are imposed, but neither local administrations nor private entrepreneurs give the necessary importance to accessibility, only implementing superficial measures. While the bicycle usage rate in Türkiye is around 2-2.5% (Lorasokkay and Ağırdır, 2011), local administrations are building bicycle paths in our cities according to international standards. However, despite the fact that the rate of disability in Türkiye is more than 10% of the total population (Ministry of Family and Social Services, (2022)), they are not making the necessary effort regarding accessibility and are only carrying out superficial, advertising-oriented applications. These flawed and incomplete applications fail to ensure accessibility in public places. As a result of these unconscious efforts, there are enormous obstacles for disabled people such as non-functioning elevators, ramps that cannot be used and are dangerous, disabled toilets that cannot be entered or used, incomprehensible signage, impassable doors, impassable sidewalks and corridors, public transport vehicles that cannot be boarded, and insurmountable height differences (Figure 4).



Figure 4. Unaccessible spaces.

5. CONCLUSIONS

Accessibility is not something that can be achieved by force. It is a duty, an ethical and moral issue. Accessible spaces cannot be achieved simply by imposing fines. Legal regulations should not be used as a tool for punishment in terms of accessibility. Accessibility requirements should be established during the licensing phase. Any building, open space, or public transportation vehicle that is not accessible should not be accepted for use. Accessibility should become a culture. Empathy must be established. Buildings, vehicles, roads, sidewalks, parks, sports fields, and playground equipment should not be designed only for able-bodied people. Projects

should be prepared considering all disability groups during the design phase, and construction should be carried out in a way that includes everyone. No one should be excluded from social life. The path to social peace and security passes through accessibility.

REFERENCES

1-Pala, M. (2026). The importance and necessity of developing accessible architectural designs in Türkiye. 12th International Marmara Scientific Research and Innovation Congress 25-26 March, İstanbul.
2-Singh, V, Saxena, S. (2023). Designing for Accessibility: Creating Inclusive Spaces in Architecture. *International Journal of Science and Research (IJSR),* 12(5), 1255-1271.
3-Singh, V, Khan, M. Designing for Accessibility: Inclusive Architecture for All - A Perspective on India.
4-Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni (2022). Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
5-Erişilebilirlik İzleme ve Denetleme Yönetmeliği (2016). EYHGM.
6-Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği (2017), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
7-Erişilebilirlik Kılavuzu, Binalar (2024). EYHGM.
8-https://www.seewritehear.com/. Access: 09.04.2026.
9-Lorasokkay, M A, Ağırdır, M L. (2011). Konya Kentiçi Ulaşımda Bisiklet. e-Journal of New World Sciences Academy, 6(4), 870-881.

MURAT NEHRİ HAVZASINDA YAĞIŞ AKIŞ İLİŞKİSİNİN YORUMLANMASINDA DEĞİŞİM ORANLARI YAKLAŞIMI

Mehmet PALA
Gaziantep University, Faculty of Arts and Science, Biochemistry Science and Technology, Gaziantep
ORCID: 0000-0001-6495-4880
Mehmet İshak YÜCE
Gaziantep University, Faculty of Engineering, Civil Engineering, Gaziantep
ORCID: 0000-0002-6267-9528

ÖZET

Bu çalışmanın konusu, Fırat Nehri Havzası'nın ana bölümlerinden biri olan Murat Nehri Havzasının yağış akış ilişkisinin yorumlanmasıdır. Murat Nehri, Fırat Nehri'nin yukarı kısmının güney kolunu oluşturur ve Orta Fırat Bölümü'ne karşılık gelir. Havzanın toplam alanı 44851 km² olup, debisi 10,93 milyar m³'tür. Murat Nehri havzasında yıllık ortalama yağış yüksekliği 659 mm iken ortalama akış yüksekliği 244 mm civarındadır. Havzanın batı bölümünde ortalama sıcaklık 12 °C ve üzerinde iken doğu bölümünde ortalama sıcaklık 6 °C civarındadır. Bölgedeki arazi şekilleri, arazi kullanımı, iklimde meydana gelen değişimler gibi etkenlerden dolayı yağış ve akış miktarında aşağı ve yukarı doğru değişimler ortaya çıkmaktadır. Havzadaki su kaynakları ile ilgili doğru planlamaların yapılabilmesi için yakın gelecek için yağış akış modellemelerinin yapılması gerekir. Yağış akış ilişkisinin modellenmesinde regresyon analizi, akış katsayısı, yağış esnekliği, hareketli ortalama, trend testleri gibi çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bu çalışmada yağış akış ilişkisi yeni bir yaklaşım kullanılarak değişim oranları indeksi yöntemiyle yorumlanmıştır. Havza genelinde 10 alt havzada bulunan akım gözlem istasyonlarından ve meteoroloji gözlem istasyonlarından temin edilen 50 yıllık yağış, akış, sıcaklık ve bağıl nem kayıtlarından oluşan zaman zaman serileri kullanılmıştır. Bu bağlamda, yıllık değişim oranı endeksleri belirlenmiştir. Değişim oranları belirlenirken, değişkenler yıllık, aylık ve mevsimsel bazda dikkate alınmıştır. İlk adım, değişkenlerdeki yüzdesel değişim oranlarının büyüklüğünü belirlemektir. Bu sürecin ikinci adımı, değişikliklerin yönünün belirlenmesidir. Sonuçların değerlendirilmesinde, değişkenlerin türüne ve değişim yönüne bağlı olarak şu yöntem kullanılır. Değişimin yönünün genel ifadesi; artış - pozitif yön, azalma - negatif yön ve değişiklik olmaması – nötr olarak kabul edilmiştir. Sıcaklıktaki değişim yönü, Negatif – Olumlu, Pozitif – Olumsuz; bağıl nemdeki değişim yönü, Negatif – Olumsuz, Pozitif – Olumlu; yağıştaki değişim yönü, Negatif – Olumsuz, Pozitif – Olumlu; ve akış hızındaki değişim yönü, Negatif – Olumsuz, Pozitif – Olumlu olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada yıllık ortalama akımlarda ve yağışlarda çoğunlukla aşağı yönde değişim gözlenirken, yıllık ortalama sıcaklık ve bağıl nemde çoğunlukla yukarı doğru değişim gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Murat Nehri Havzası, değişim oranı indisi, yağış akış ilişkisi, hidro-meteorolojik veriler

THE RATE OF CHANGE APPROACH IN INTERPRETING THE RAINFALL-RUNOFF RELATIONSHIP IN MURAT RIVER BASIN

ABSTRACT

This study focuses on interpreting rainfall-runoff relationship in Murat River Basin, one of the main sections of the Euphrates River Basin. Murat River forms the southern tributary of the upper part of the Euphrates River and corresponds to the Central Euphrates Section. Total area of the basin is 44,851 km², and its discharge is 10.93 billion m³. Average annual rainfall in Murat River basin is 659 mm, while the average runoff is around 244 mm. Average temperature in the western part of the basin is 12 °C and above, while the average temperature in the eastern part is around 6 °C. Due to factors such as landforms, land use, and climate change in the region, there are upstream and downstream variations in rainfall and runoff amounts. In order to make accurate plans regarding water resources in the basin, rainfall-runoff modeling should be carried out for the near future. Various methods such as regression analysis, runoff coefficient, precipitation elasticity, moving average, and trend tests can be used in modeling rainfall-runoff relationship. In this study, rainfall-runoff relationship is interpreted using a new approach with the rate of change index method. Time series consisting of 50-year records of precipitation, flow, temperature, and relative humidity obtained from flow observation stations and meteorological observation stations in 10 sub-basins across the basin were used. In this context, annual rate of change indices were determined. When determining the rates of change, the variables were considered on an annual, monthly, and seasonal basis. The first step is to determine the magnitude of the percentage change rates in the variables. The second step of this process is to determine the direction of the changes. In evaluating the results, the following method is used depending on the type of variable and the direction of change. The general expression of the direction of change is considered as: increase - positive direction, decrease - negative direction, and no change - neutral. The direction of change in temperature was evaluated as Negative - Favourable, Positive - Unfavourable; the direction of change in relative humidity as Negative - Unfavourable, Positive - Favourable; the direction of change in precipitation as Negative - Unfavourable, Positive - Favourable; and the direction of change in runoff as Negative - Unfavourable, Positive - Favourable. In this study, while mostly downward trends were observed in average annual flows and precipitation, mostly upward trends were observed in average annual temperature and relative humidity.

Keywords: Murat River Basin, rate of change index, rainfall-runoff relationship, hydro-meteorological data

1. INTRODUCTION

Water engineering problems are unique to the region due to the region's topographic, geological and hydrological changes. Therefore, a special water structure to be built in one region, such as a dam, cannot be applied to another region whose properties are completely different (Kadıoğlu and Şen 2001).

In order to ensure accurate planning for water resource projects to be carried out in river basins and to achieve more beneficial uses within the basin boundaries in the near future, it is necessary to examine and model the rainfall-runoff relationships in relevant basin. Methods such as regression analysis, Thiessen polygon method, isohyet method, trend analysis, precipitation elasticity, and runoff coefficient can be used in basin modeling. In this study, the rate of change method was used to approach the modeling of rainfall-runoff relationships in Murat River Basin, one of the largest river basins in Türkiye, from a new perspective.

2. STUDY AREA

Murat River Basin which is the study area, is one of the main parts of the Euphrates River Basin in the territories of Türkiye (Figure 1-2). The upstream part of the Euphrates River Basin exists in Türkiye. The river births in Türkiye and goes to the Syrian lands, and then to the Iraq lands. This long river passes through six riparian countries before reaching the sea. The river travels on Türkiye, Syria, Iraq, Saudi Arabia, Kuwait and Jordan as a transboundrian river. Total length of the river is about 2800 km, 1263 km of this length is situated in Türkiye. 32 billion m^3 of Türkiye's 193 billion m^3 water potential belongs to the Euphrates River. The Euphrates River, which originates in the high parts of the Eastern Anatolia Region, flows into the Persian Gulf in the south (Kırkıcı, 2014). The Euphrates River is 112000 km^2 within the borders of Türkiye. Murat River constitutes the southern branch of the upper basin of the Euphrates River and corresponds to the Middle Euphrates Section. The total area of Murat River Basin is 44851 km^2 and it has a yearly flow of 10.93 billion m^3 (Pala, 2024).

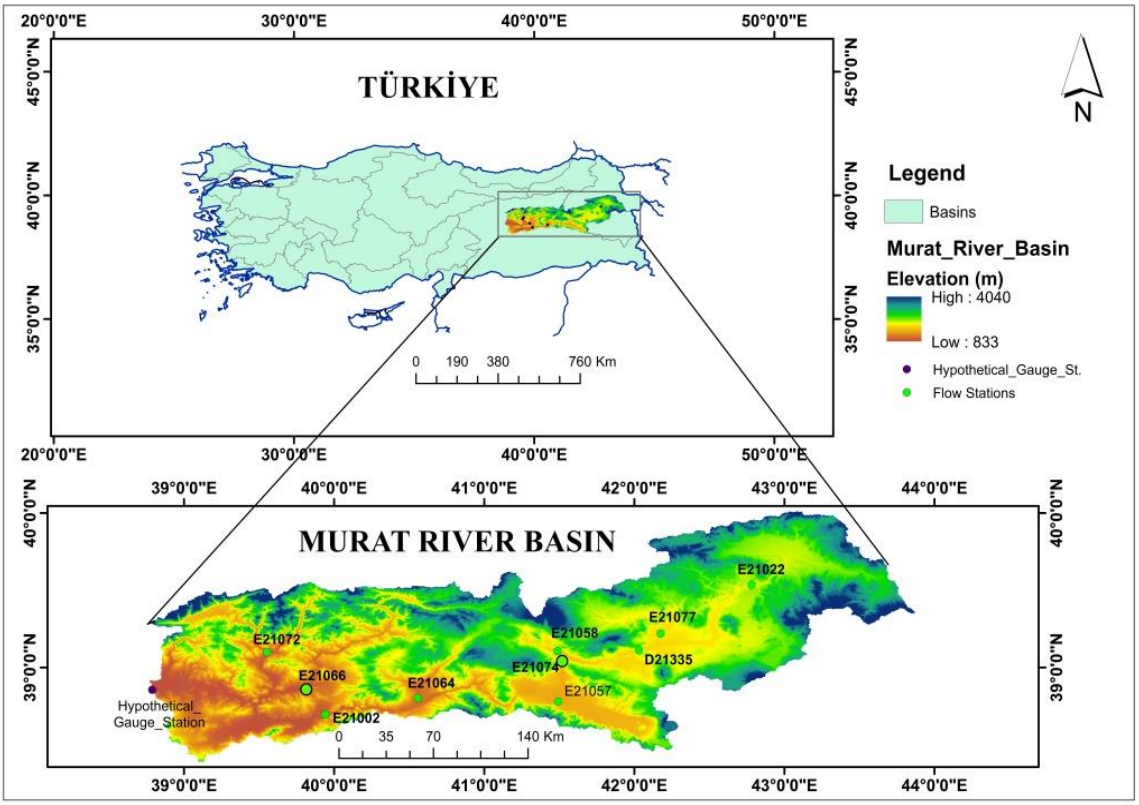


Figure 1. Location map of Murat River Basin.

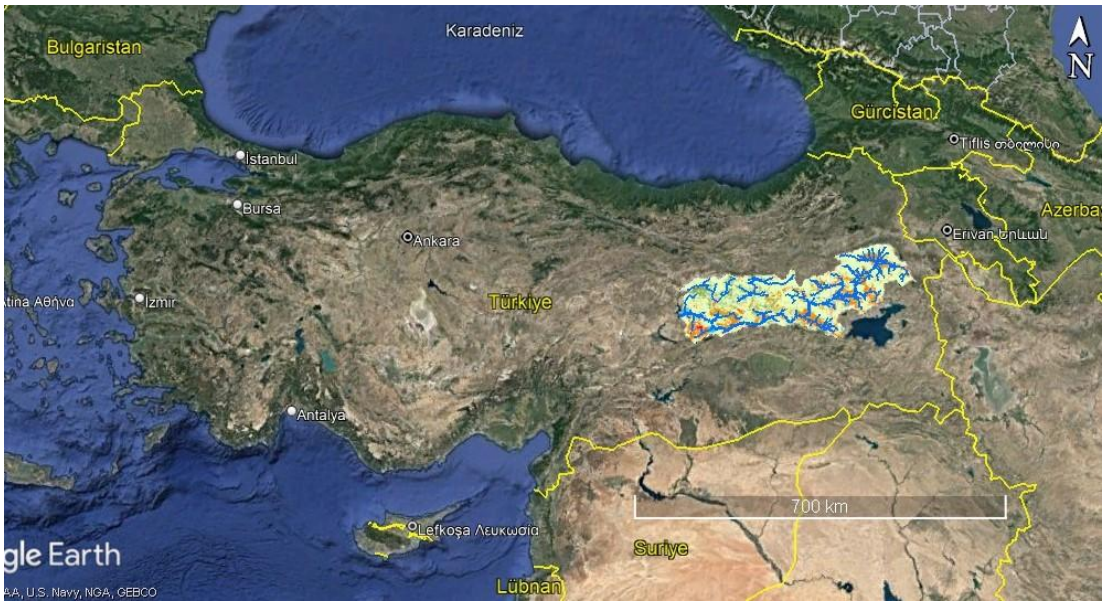


Figure 2. Murat River Basin on Google Earth.

3. MATERIALS AND METHOD

3.1 Hydrological and meteorological data

To derive the indices of the rate of changes of the hydrological and meteorological variables of the basin, time series consisting of 50-year rainfall, runoff, temperature and relative humidity

records obtained from flow observation stations and meteorological observation stations located in 10 sub-basins (Figure 3) throughout the basin were used.

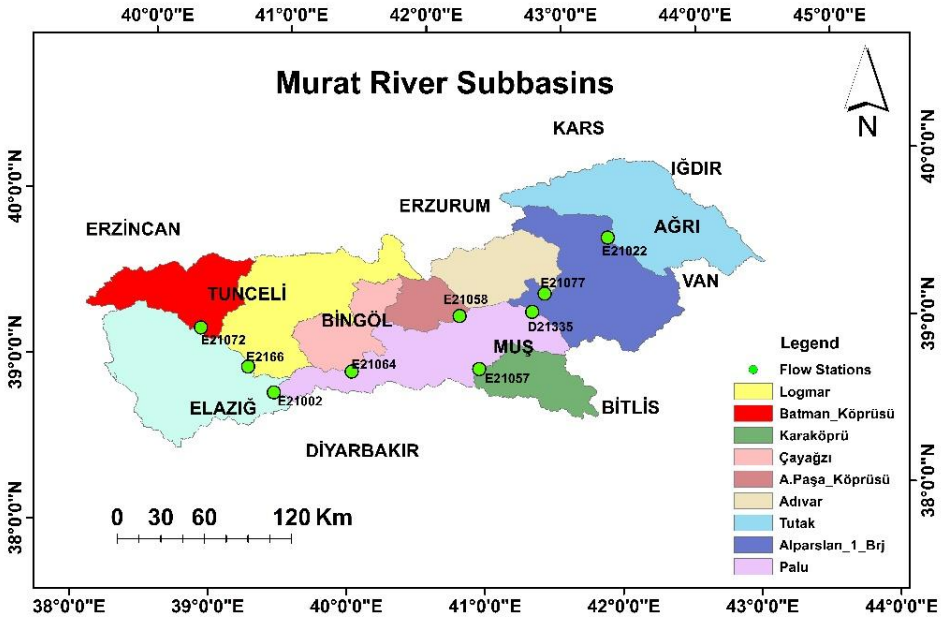


Figure 3. Subbasins of Murat River Basin.

3.2. Rate of changes method

In this method, annual rates of change indices were determined. When determining the rates of change, the variables were considered on an annual, monthly, and seasonal basis. The first step is to determine the magnitude of the percentage change in the variables. The second step of this process is to determine the direction of the changes. In evaluating the results, the following method is used depending on the type of variable and the direction of change. The general expression of the direction of change is considered as: increase - positive direction, decrease - negative direction, and no change - neutral. The direction of change in temperature was evaluated as Negative - Favourable, Positive - Unfavourable; the direction of change in relative humidity as Negative - Unfavourable, Positive - Favourable; the direction of change in precipitation as Negative - Unfavourable, Positive - Favourable; and the direction of change in runoff as Negative - Unfavourable, Positive - Favourable (Pala, 2024).

Steps:

1-First step is determining the magnitude of the percentage change rates in the variables.

Equation (3.1) is used to determine the rate of change % (magnitude).

$$Rc = |-(1 - Xj/Xi)| \quad (3.1)$$

R_c is the rate of change between consecutive years data (%)

X_i and X_j are the consecutive years data of the related variables

2-Second step of this process is determination of the direction of the changes. Equation (3.2) is used to determine the direction of the change.

$$Dc = -(1 - Xj/Xi) \quad (3.2)$$

D_c is the direction of the change between consecutive years data (+,-)

3-The following method is used to evaluate the results, depending on the type of the variables and the direction of change.

Expression of the direction of the change in general:

Increase : Positive Direction : ↑

Decrease : Negative Direction : ↓

No Change : Neutral: →

3.2.1. Assesment of the results depending on the type of the variables

Considering today's needs and conditions, the increasing trend of flow amounts of the near future is evaluated as a positive situation, while the decreasing trend is evaluated as a negative situation. In this context; Since the temperature change is inversely proportional to the amount of flow, the increasing trend in temperatures is evaluated as negative, while the decreasing trend is evaluated as positive. Since the change in precipitation is directly proportional to the amount of flow, the increasing trend in precipitation is considered positive, while the decreasing trend is considered negative. Likewise, since the change in the relative humidity rate is generally directly proportional to the amount of flow, the increasing trend in the relative humidity rate is evaluated as positive, while the decreasing trend is evaluated as negative. Evaluation procedure are detailed as follows:

1-Change direction in temperature
Negative – Favourable (GREEN)↑
Positive - Unfavourable (RED) ↓
2-Change direction in relative humidity
Negative – Unfavourable (RED) ↓
Positive - Favourable (GREEN) ↑
3-Change direction in precipitation
Negative – Unfavourable (RED) ↓
Positive - Favourable (GREEN) ↑
4-Change direction in streamflow
Negative – Unfavourable (RED) ↓
Positive - Favourable (GREEN) ↑

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Rate of Change Analyses of the Hydro-meteorological Variables

Annual change rate indices of hydro-meteorological variables of the basin were analyzed. By using equation 3.1 and 3.2, the magnitudes and the directions of the change rates of the variables were determined. Analyses were performed annual (annalistic), monthly and seasonal basis. Directions of the change rates of the annual means of the variables are given in Table 4.1. Magnitudes of the changes are given in Table 4.2.

Table 4.1. Directions of the rate of changes in annual means of the variables

Directions of the Rate of Changes During Observation Period				
Year	Flow	Precip.	Temp.	Rel.Hum.
1972	0,22	0,03	-0,12	0,03
1973	-0,21	-0,10	0,05	-0,03
1974	0,19	0,02	0,05	0,03
1975	-0,05	0,03	-0,02	-0,01
1976	0,69	0,41	-0,04	0,05
1977	-0,24	-0,29	0,08	-0,02
1978	0,17	0,11	0,07	-0,03
1979	-0,22	0,18	0,11	0,01
1980	0,22	-0,22	-0,13	-0,02
1981	-0,19	0,16	0,05	0,02
1982	0,22	-0,17	-0,23	-0,02
…	…	…	…	…
…	…	…	…	…
2021	-0,13	-0,02	-0,23	0,04

Table 4.2. Magnitude of the rate of changes in annual means of the variables

Year	Flow	Precip.	Temp.	Rel. Hum.
1972	0,22	0,03	0,12	0,03
1973	0,21	0,10	0,05	0,03
1974	0,19	0,02	0,05	0,03
1975	0,05	0,03	0,02	0,01
1976	0,69	0,41	0,04	0,05
1977	0,24	0,29	0,08	0,02
1978	0,17	0,11	0,07	0,03
1979	0,22	0,18	0,11	0,01
1980	0,22	0,22	0,13	0,02
1981	0,19	0,16	0,05	0,02
1982	0,22	0,17	0,23	0,02
….	….	….	….	….
….	….	….	….	….
2021	0,13	0,02	0,23	0,04

Rates of changes in annual means of the hydro-meteorological variables are shown in Figure 4.1.

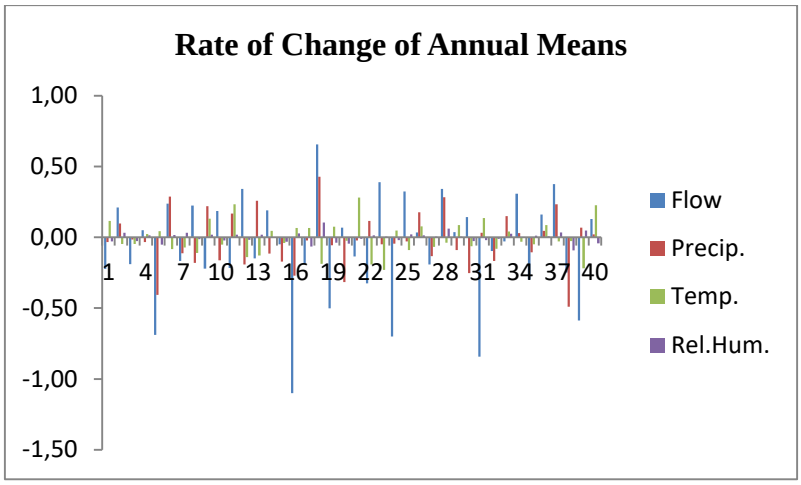


Figure 4.1. Rates of changes in annual means of the variables.

Summary of the rates of changes in hydro-meteorological variables are given in Table 4.3. This summary was formed by rating the number of changes of negative directions and the number of changes of the positive directions during observation period for each variable. As it can be seen from the summary table, number of negative changes and positive changes seem to be close in total, but it doesn't give the magnitude of the changes.

Table 4.3. Summary of the rates of the changes in annual means

Rate of change in annual mean flows		
25 Red	0.50	↓
25 Green	0.50	↑
summary	**0.00%**	→

Rate of change in annual mean precip.		
19 Red	0.38	↓
31 Green	0.62	↑
summary	**0.24%**	↑

Rate of change in annual mean temp.		
28 Red	0.56	↑
22 Green	0.44	↓
summary	**0.12%**	↑

Rate of change in annual mean rel. Hum.		
22 Red	0.44	↓
27 Green	0.54	↑
1 Yellow	0.02	→

summary	**0.10%** ↑

5. CONCLUSIONS

According to rate-of-change index analyses, the downward and upward changes in average flows were the same throughout the observation years. Upward changes were detected in all other variables. However, considering the magnitudes of the changes, although the number of downward and upward changes in average flows was the same and the number of years with upward changes was high in other variables, the rates of change in flow, precipitation, and relative humidity were lower than the rates of change in years with downward changes. Consequently, decreases in flow, precipitation, and relative humidity were observed where the number of years with upward changes was higher. On the other hand, an increase was observed in both the number of years with upward changes and the magnitude of the change in temperature variable.

REFERENCES

Kadıoğlu, M. Şen, Z. (2001). Monthly precipitation-runoff polygons and mean runoff coefficients. Hydrol. Scie-Jourtial-des Scie Hydrol. 46.
Kırkıcı, DD.(2014). Sınıraşan sular bağlamında Türkiye, Suriye, ve Irak ilişkileri, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
Pala, M. (2024). Rainfall-Runoff Relationship in Murat River Basin, PhD Thesis, Gaziantep University.
DSİ Akım Gözlem İstasyonları Kayıtları.
MGM Meteoroloji Gözlem İstasyonları Kayıtları.

MİKROŞERİT ANTEN YAPILARINDA FARKLI YARIK TİPLERİNİN PERFORMANSLARI ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI VE OPTİMİZASYONU

Cansu AÇIKALIN
Karamanoğlu Mehmet Bey University, Faculty of Engineering and Department Natural Sciences Merkez, Karaman
ORCID: 0009-0006-9163-3736
Dr.Rabia TOPRAK
Karamanoğlu Mehmet Bey University, Faculty of Engineering and Department Natural Sciences Merkez, Karaman
ORCID: 0000-0002-3306-1163
Dr.Mehmet YERLİKAYA
Selçuk University, Aircraft Fuselage and Engine Maintenance Department Merkez,Konya
ORCID: 0000-0001-8018-840X

ÖZET

Günümüzün kablosuz iletişim sistemleri dünyasında, kablosuz hizmetler ortaya çıkan ticari uygulamaları desteklemek için genişlemeye devam ettikçe, anten mühendisliği hızla ilerlemektedir. Antenler, elektriği elektromanyetik dalgalara ve tersi yönde dönüştürmeye hizmet ettikleri gelişmiş alıcı-verici sistemlerinin performansında kilit bir rol oynar. Yama antenler veya baskı devre antenler olarak da adlandırılan mikroşerit antenler, küçük profile sahip olma, üretim maliyet düşüklüğü, tasarım ve üretim kolaylığı gibi avantajları ile ön plana çıkmaktadır. Mikroşerit antenlerde toprak ve yama düzlemine eklenen oyuk (slot) türleri, antenin rezonans frekansı, bant genişliği, ışın genişliği ve polarizasyon gibi temel performans özelliklerini etkileyebilir. Bu nedenle, farklı oyuk türlerinin anten performansına etkisinin derinlemesine incelenmesi, daha iyi anlayış ve tasarım yöntemlerinin geliştirilmesine olanak tanır. Bu çalışmada; Dairesel Yama Dairesel Yarık,Dairesel Yama Dar Yarık,Dairesel Yama Kare Yarık, Dikdörtgen Yama Dairesel Yarık,Dikdörtgen Yama Dar Yarık ve Dikdörtgen Yama Kare Yarık olan dielektrik malzeme türü FR-4 kaplı 6 farklı mikroşerit anten kullanılmıştır. Bu çalışmada ileri ve ters modelleme ile sistem veri setini öğrendikten sonra Genetik Algoritma ile katmanları optimize ederek ideal yarık boyutlarına ulaşılmıştır. Mikroşerit antenlerin verimliliğini artırmak ve iletişim sistemlerinin performansını Genetik Algoritma ile optimize ederek ve kod tasarımında Pyhton kullanılarak tasarım sürecine rehberlik edebilecek önemli bilgiler sağlamaktadır..Ayrıca, oyuk türlerinin anten performansı üzerindeki etkisinin açıklığa kavuşturulması, gelecekteki araştırmacıların bu alandaki çalışmalarına yol gösterecek ve bu alandaki bilimsel ve teknolojik ilerlemeyi teşvik edecektir.

Anahtar Kelimeler: Mikroşerit Anten, Optimizasyon,Yarık,Performans,Genetik Algoritma

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT SLOT TYPES ON THE PERFORMANCE OF MICROSTRIP ANTENNA STRUCTURES AND OPTİMİZATİON

ABSTRACT

In today's world of wireless communication systems, antenna engineering is advancing rapidly as wireless services continue to expand to support emerging commercial applications. Antennas play a key role in the performance of advanced transceiver systems by converting electricity into electromagnetic waves and vice versa. Microstrip antennas, also known as patch antennas or printed circuit antennas, stand out due to their small profile, low production costs, and ease of design and manufacturing. The types of slots added to the ground and patch planes in microstrip antennas can affect fundamental performance characteristics such as the antenna's resonance frequency, bandwidth, beamwidth, and polarization. Therefore, a thorough investigation of how different slot types influence antenna performance enables the development of better understanding and design methods. In this study, six different microstrip antennas were used, each featuring a circular patch with a circular slot, a circular patch with a narrow slot, a circular patch with a square slot, a rectangular patch with a circular slot, a rectangular patch with a narrow slot, and a rectangular patch with a square slot, all coated with the dielectric material FR-4. In this study, after learning the system dataset through forward and inverse modeling, the layers were optimized using a Genetic Algorithm to achieve ideal slot dimensions. By optimizing the performance of microstrip antennas and communication systems using a Genetic Algorithm and employing Python in code design, this study provides important insights that can guide the design process. Furthermore, clarifying the effect of slot types on antenna performance will guide future researchers in this field and promote scientific and technological advancement in this area.

Keywords: Microstrip Antenna, Optimization, Slot, Performance, Genetic Algorithm

1.GİRİŞ

Anten; sınırları belirli olan bir iletim kanalı içerisinde boşlukta yayılan EM dalgaları yakalayıp yayılmasını veya boşluğa EM yayması amacıyla dizayn edilmiş bir elektronik elemandır. Antenleri alıcı ve verici anten olarak ayırılabilir fakat bir antenin hem alıcı hem de verici olabileceğini göz önünde bulundurmalıyız.

Sağladığı avantajlar sebebiyle tercih edilme oranı diğer türlere göre yüksek olan Mikroşerit antenler;savunma sanayi,radar sistemleri,uzay araçları,uçaklar v.b birçok alanda bir hayli kullanılmaktadır. Mikroşerit antenlerin küçük hacimli, üretim maliyeti düşük,kullanışlı,kolay entegre edilebilmesi açısından ince ve yassı profilli olması başlıca avantajları arasında yer

alır. Ayrıca besleme tarafında yapılabilecek ufak değişiklikler sayesinde ışıma türleri değiştirilebilir.Mikroşerit antenlerin performansını etkileyecek çok sayıda faktör bulunmaktadır.(Yama tipi,yama en-boy oranı,kullanılan taban malzeme tipi,belirlenen frekans bölgesi,besleme tipi…) Bu faktörler anten parametrelerini(Kazanç,bant genişliği,polarizasyon,ışıma paterni ,rezonans frekansı.verimlilik,geri dönüş kaybı,yönlülük,) belirlememizi sağlamaktadır.Geniş bant genişliği mikroşerit anten üzerine oyuk atılarak sağlanabilir ayrıca yığılmış kısa devre yamaları, parazit yamaları, beslenen prob yığın anteni gibi birçok teknik kullanılmıştır.

Geçmişten günümüze kadar olan tarihi süreçte telsiz iletişimdeki gelişme beraberinde antenlerin geniş çapta kullanımını da sağlamıştır.Günümüzde anten teknolojisi basit,kompleks cihazların yanı sıra canlı vücuduna entegre edilme durumuna gelmiştir.Bu ilerlemeler anten uygulamalarının gelecekte daha yaygın bir şekilde kullanılıp daha önemli hale geleceğini göstermektedir.

Bu çalışmada, CST Studio Suite programı vasıtasıyla çizilen ve değişik yardımcı kaynaklar kullanarak farklı oyuk tipli (dar yarık,kare yarık ,dairesel yarık)mikroşerit antenlerin anten performansını nasıl etkilediği gözlemlenmiştir.Elde edilen parametrelerin iyileştirilmesi ve en makul hale getirilmesi hedef haline getirilmiştir. Yama anten yapımında alttaş malzeme olarak alümina, kuartz, cam katkılı PTFE ve FR-4 gibi epoksi esaslı yalıtkan malzemeler kullanılabilmektedir [1-3]. Bu çalışmada FR-4 malzeme ve Rogers 5880 tercih edilmiştir.

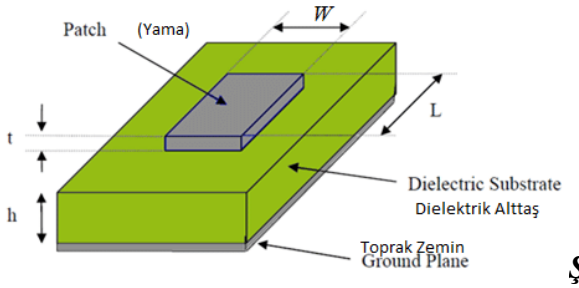
Anten Parametreleri

Herhangi bir antenin performansını saptamak adına farklı parametreleri tanımlamak gerekir.Değişkenlerin bazılarının birbiriyle ilişkisi de söz konusudur.Kısacası bu durumu korelasyon olarakta tanımlayabiliriz.Aşağıda anten parametreleri başlıkları mevcuttur.

a) Işıma Örüntüsü (Anten Örüntüsü)
b) Hüzme Genişliği
c) Işıma Yoğunluğu
d) Işıma Şiddeti
e) Yönlülük
f) Kazanç
g) Gerilim Duran Dalga Oranı
h) Bant Genişliği
i) Kutuplanma(Polarizasyon)
j) Giriş Empedansı
k) Yansıma Katsayısı ve Geri Dönüş Kaybı

1.1 MİKROŞERİT ANTENLER

Anten tipleri başlığı altında tanıtımı yapılan mikroşerit antenin yapısını aşağıda verilen şekilde inceleyebiliriz.



Şekil 1.1

Paralel şekilde konumlanmış 2 adet yalıtkan malzemenin ortasına gelen ince bir dielektrik tabaka ile birbirinden ayrılmasıyla oluşan anten türüdür. Mikroşerit antenler toprak düzlemin üzerine çok ince(t << λo ve λo serbest uzay dalga boyunu göstermektedir.) ve dalga boyundan oldukça daha bir yüksekliğe (h<< λo ,genellikle $0.003\lambda o \leq h \leq 0.05\lambda o$) metal bir şerit(yama) yerleştirilmesinden ibarettir. (C. A. Balanis, 2005) Bu antenlerin tasarımında kullanılan dielektrik tabakaların dielektrik sabitleri ekseriyetle $2.2 \leq \varepsilon r \leq 12$ aralığındadır.Antenlerin kolay üretilebilmesi için alttaşı(subsrat) bu aralık içerisinde olan bir materyal seçilmelidir ve alt katmanın kalın olması ve düşük dielektrik sabitine sahip olması, yüksek verim ve bant genişliği sağlamaktadır.(Dr.Pozar,1992) Işıma alanı ideal iletken olup bakır veya altından yapılmıştır genellikle çözümlemeyi kolaylaştıracak ve performans beklentilerine cevap verebilecek tipler seçilir.[2] Mikroşerit antenlerin performanslarını belirlemek için iki yaklaşım vardır. Bir dizi basitleştirmeye dayalı fiziksel bir model tasarlama varsayımları;diğeri ise Maxwell denklemlerini sınır koşullarına tabi olmak üzere çözmektir.[3] Maxwell denklemlerine kısaca bir göz atalım;

$\nabla \cdot E = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ **(Gauss'un Elektrik Yasası),** $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$ **(Gauss'un Manyetizma Yasası)**

$\nabla \times \mathbf{B} = \mu 0 \mathbf{j} + \mu 0 \epsilon 0 \frac{dE}{dt_0}$ **(Amper Yasası)** $\nabla \times E = \frac{dB}{dt_0}$ **(Faraday Yasası)**

Yamanın Genişliği

Mikroşerit Antenlerin ışımayı gerçekleştiren kısmının(yama) genişliği alt kısımda verilen denklem ile çözülebilir.Yama genişliğinin bağlı olduğu parametreler; dielektrik geçirgenlik (εr), ışığın boşluktaki hızı (C_0) ve antenin çalışma frekansıdır. (fr)

$$W = \frac{C_0}{F_r}\sqrt{\frac{2}{\varepsilon r + 1}}$$

B)Yamanın Uzunluğu

Mikroşerit Antenlerin ışımayı gerçekleştiren kısmının(yama) genişliği alt kısımda verilen denklemler yardımıyla çıkarımı yapılabilir.

$$L=\frac{\lambda r}{2}- 2\Delta l$$

$$\lambda r= \frac{\lambda 0}{\sqrt{\varepsilon ff}} =[\frac{C_0}{fr\sqrt{\varepsilon ff}}]$$

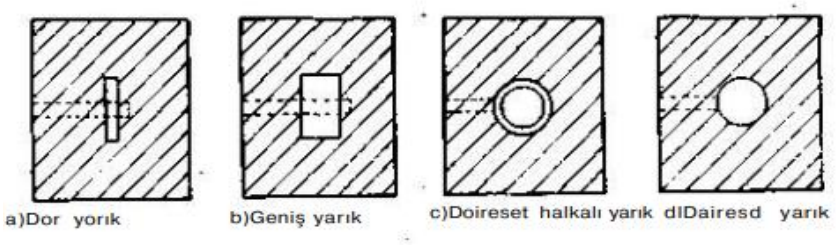
Yamanın uzunluk ve genişlik kısmı sonlu olduğundan dolayı kenar kısımlarından alanlar saçaklanır.Bu saçak alanı çıkarmak gereklidir.

$$\Delta l=0.412h\frac{(\varepsilon ff+0.3)(0.264+\frac{w}{h})}{(\varepsilon ff-0.258)(0,8+\frac{w}{h})}$$

$$L =[\frac{C_0}{2fr\sqrt{\varepsilon ff}}]\text{-}2\Delta l$$

3.4 Mikroşerit Antenlerde Yama Modelleri

Işıma elemanları ve besleme hatları genellikle dielektrik taban malzemesi üzerine foto dağlama ile yapılır. (C. A. Balanis, 2005) Işıyan yama birçok şekilde olabilir.(kare,üçgen,dipol…) Kare,üçgen,dikdörtgen elips gibi yamalara sahip olan mikroşerit antenlerin üretimlerinin kolay ve ışıma karakteristiklerinin düzgün olması sebebiyle oldukça yaygındır. Mikroşerit dipoller doğası gereği yüksek bant genişliğine sahip olmaları ve az yer kaplamaları nedeniyle tercih edilmektedir.(C. A. Balanis, 2005) Bu nitelikleri sayesinde dizilerde kullanımı yaygındır.1.1 Mikroşerit Antenler başlığı altında yama boyut aralıkları verilmiştir.Yama üzerine atılan oyuklarla(slot) anten performas hesaplamalarını daha anlaşılır hale getirip performansını arttırabiliriz.



Şekil 1.2

Mikroşerit Anten Yarık Tipleri

3.8 Mikroşerit Yama Anten Üretim Metodları

Anten verimliliği adına anten üretim tekniği önemli bir unsurdur.Birden çok üretim şekilleri bulunmaktadır.Bir anten tipi içi 2 farklı üretim tekniği kullandığımızı düşünürsek anten verilerini farklı biçimde elde ederiz.Üretim tekniği ve anten verileri arasında bir ilişki bulunmaktadır.Anten için dielektrik malzeme(alttaş) olarak FR-4 kullanıldığını düşünelim ilk

etapta bu alt tabakayı istenilen boyutlara getirmek için kesilir ve zımparalanır. iki kısmı bakır ve arasında dielektrik malzeme olan FR-4 üzerine ütü vasıtasıyla baskı devre yapılmakta olup yama üstü ve tüm bakır yüzeyleri kaplanarak (asetat kalemi, PVC yapışkanlı folyo, vb.) asit çözeltisi içerisine atılmaktadır. Çözünmesi istenilen bölümler çözündükten sonra çözeltiden çıkarılıp suyla temizlenir.Bu adımların sonunda konnektör lehimi yapılmaktadır. anten üretiminde PCB cihazı da kullanılabilir.Kazıma başlığının hassas bir şekilde bakır düzlemi kazıması PCB ile anten üretiminde en mühim etkendir. Ayrıyeten Mürekkep Püskürtme (Al-Naiemy ve ark., 2012), 3 Boyutlu Yazıcı (P. Mahouti, 2019),Serigrafi Baskı , Kimyasal aşındırma, Fleksografi(Khaleel ve ark., 2013), Lazer İşleme Esnek Bakır Bant(Masihi ve ark., 2019) ve CNC makinaların kullanımı ile de anten üretimi yapılmaktadır.

5.2 Kullanılan Anten Tipleri

a) Dairesel Yama Dairesel Yarık
b) Dairesel Yama Dar Yarık
c) Dairesel Yama Kare Yarık
d) Dikdörtgen Yama Dairesel Yarık
e) Dikdörtgen Yama Dar Yarık

Yukarıda adı geçen antenlerin CST Studio Suite programında tasarımı yapılırken dielektrik malzeme olarak FR-4(dielektrik sabiti=4.3) ve Rogers 5880 (dielektrik sabiti=2.2) kullanılmış olup karşılaştırması yapılmıştır.

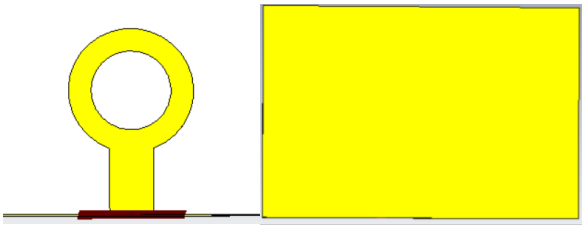
Transmisyon Hat Modeli (TLM) formülasyonları kullanılarak, yamanın boyutları aşağıda her bir anten için verilen tabloda belirtilmiştir.

Mikroşerit beslemeli yama antenlerde, besleme probu mikroşerit hattın başlangıç noktasına yerleştirilir. Güç akışı probtan, mikroşerit hat boyunca yamaya yayılır. Bu durumda maksimum verimle güç akışını elde etmek, geri yansıma kayıplarını minimize etmek amacıyla empedans uygunlaştırması yapmak gereklidir [6].

a) Dairesel Yama Dairesel Yarık

CST Studio Suite programında çizimi yapılan bu çalışmada bant genişliği ve rezonans frekansını iyileştiren bir şekil bulunması hedeflenmiştir. dairesel yarığın yarıçapı 2mm ile 8mm aralığında belirli adım aralıklarıyla değişmesi ve değişim tablosunun oluşturulup iterasyonlarının belirlenmesi, analitik denklemler yardımıyla temel boyutlarının (L,W,h) belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. Dairesel bir yamaya dairesel yarık eklenmesi, antenin yüzey akım dağılımını değiştirir. Yarık yarıçapı değiştikçe, akımın izlediği elektriksel yol uzunluğu değişmektedir. Şekil 1.4'e göre S11 değişim grafiğinde çoklu eğriler yarık boyutunun artması veya azalmasıyla rezonans çukurlarının frekans ekseninde nasıl kaydığını göstermektedir. Yarık boyutu, antenin eşdeğer devre modelindeki L(endüktans) ve C (kapasitans) değerlerini

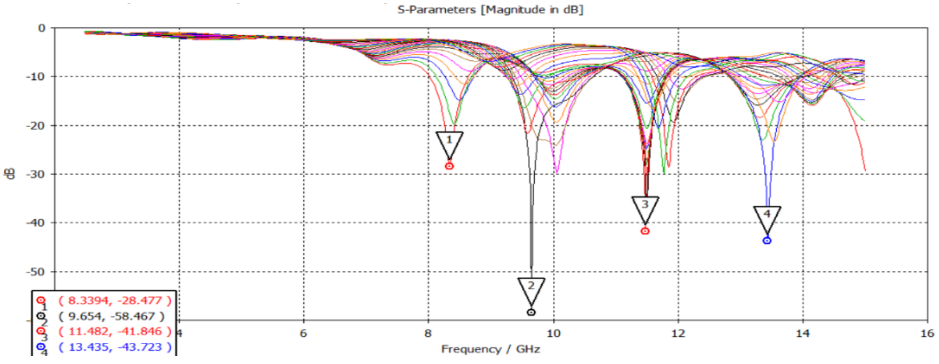
doğrudan etkiler.Netice çıktılarına göre Fr ve BG değerlerini iyileştirme adına Pyhton programında uygun şekli saptamak için çalışmalar GA(genetik algoritma) yardımıyla yapılmıştır.Aşağıda bahsi geçen antenin sırasıyla özellikleri, S11 parametreleri Uzak alan görüntüleri, Yönlülük,Kazanç verileri mevcuttur.Diğer 4 anten için aynı başlıkların sonuçları elde edilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 1.3

Dielektrik malz. Katsayısı	Mt=0.035
Çalışma Frekans Aralığı	2.48 GHz-15 Ghz
Dielektrik malz. Türü	FR-4
Dielektrik malz. Yükseklik	SH=1.6
Dielektrik malz. Uzunluk	SL= 60 mm
Dielektrik malz.Genişlik	SW=40 mm
Yama Yarıçap	Yarıcap=10 mm
Mikroşerit Genişlik	MW=3.5 mm
Mikroşerit Uzunluk	ML=11.5 mm

Tablo 1

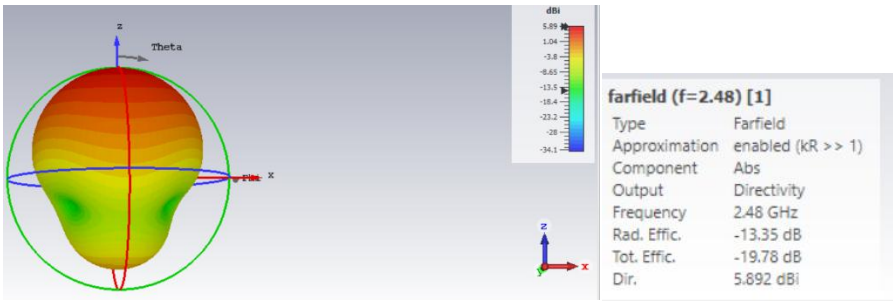


Şekil 1.4

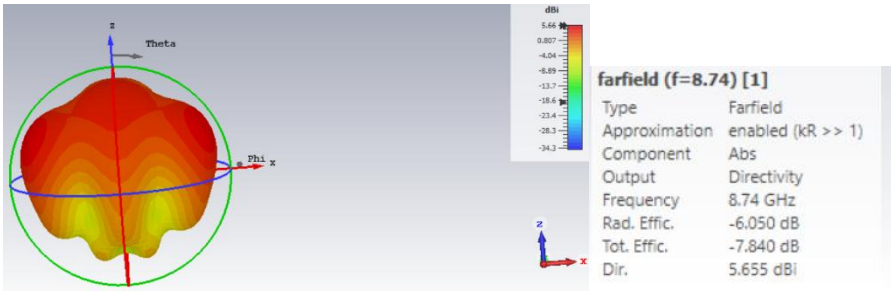
Şekil 1.4 grafiğinde tasarladığımız antene ilişkin S11 değişimi belirtilmiştir.Verilen en dikkat çekici kısım 9.654 Ghz frekansında elde edilen -58.467 dB değeridir. 9.6554 Ghz rezonans frekansı yaklaşık olarak 9.5-10 Ghz aralığında,500 Mhz bant genişliğindedir. -58 dB'lik tepe noktası, bu reaktif bileşenlerin birbirini tam olarak sönümlediği(saf rezistif

durum) noktayı temsil eder. -58.467 dB gibi maximum değer besleme hattı ile anten arasındaki empedans uyumsuzluğunun bu spesifik yarık yarıçapında(4,889) büyük oranda ortadan kalktığını gösterir. Bu derinlikteki bir rezonans, sistemin verimliliğini maksimize ederken, yansıyan gücün neden olabileceği ısınma ve kayıpları minimize etmektedir."

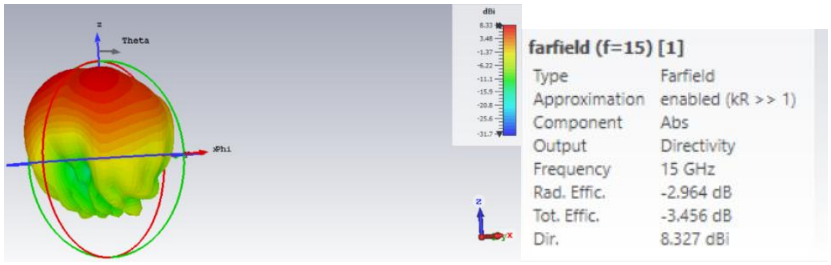
Grafikte 8 Ghz, 10 Ghz, 11.5 Ghz ve 13.5 Ghz civarlarında birden fazla rezonans modu gözlemlenmektedir. Bu durum, antenin **çoklu bant (multi-band)** veya yarık geometrisinin etkisiyle **geniş bant (wide-band)** karakteristik sergilediğini gösterir. Bazı parametre değerlerinde rezonansların birbirine yaklaştığı ve bant genişliğinin arttığı, bazılarında ise (siyah eğride olduğu gibi) belirli bir frekansta çok derin ve dar bantlı (high-Q factor) bir rezonans oluştuğu görülmektedir. 3-30 Ghz Süper Yüksek Frekans sınıfına koyabileceğimiz bu anten Radyo asastronomisi,mikrodalga cihazları,kablosuz LAN,kablolu ve uydu televizyon yayıncılığı,iletişim uyduları gibi alanlarda kullanılabilir.



Şekil 1. 5



Şekil 1. 6



Şekil 1. 7

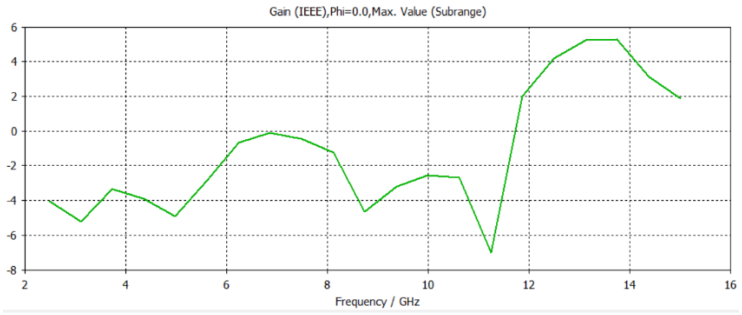
Düşük Frekans Bölgesi (2.48 Ghz): Antenin fiziksel boyutları, bu frekanstaki dalga

boyuna **(λ0)** kıyasla elektriksel olarak küçük kaldığı için radyasyon direnci oldukça düşüktür. Toplam verimliliğin %1 seviyesinde kalması, enerjinin büyük kısmının FR-4 tabanlı dielektrik kayıplara ve yansımalara gittiğini göstermektedir.

Orta Frekans Bölgesi(8.74 Ghz): Bu bölgede anten rezonans moduna girmeye başlamış ve verimlilikte yaklaşık 16 katlık bir artış gözlemlenmiştir. Radyasyon desenindeki bozulmalar, yarığın akım yollarını modifiye ederek yüksek dereceli modları (Higher-Order Modes) tetiklediğinin göstergesidir.

Yüksek Frekans Bölgesi (15 Ghz) Tasarımın en verimli noktasıdır. 8.327 dBi yönelticilik ve %45.1 toplam verimlilik değerleri, dairesel yarığın yüksek frekans modlarında empedans uygunlaştırmasını optimize ettiğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen veriler, dairesel yama üzerindeki dairesel yarık geometrisinin, anteni sadece belirli bir frekansta rezonansa sokmakla kalmayıp, aynı zamanda yüksek frekanslarda yönelticilik ve verimliliği artıran bir **"empedans dönüştürücü"** görevi gördüğünü göstermektedir. FR-4 gibi kayıplı bir malzeme üzerinde 15 Ghz bandında %45 verimlilik başarısı, tasarımın Ku-bandı(12-18 Ghz) ve benzeri yüksek frekans uygulamaları için uygunluğunu doğrulamaktadır.

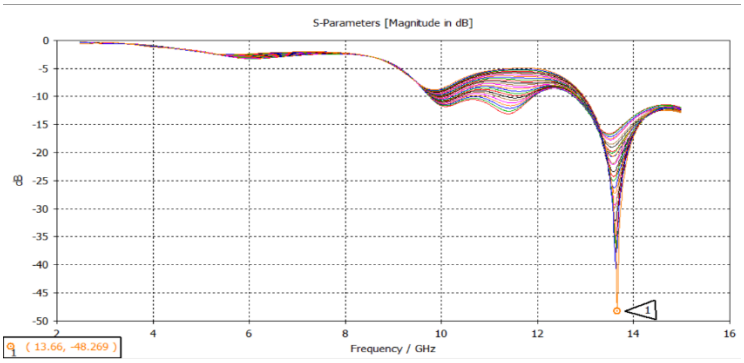


Şekil 1.8

Şekil 1.8'e göre;Yapılan kazanç simülasyonları, dairesel yama ve dairesel yarık geometrisinin karmaşık frekans tepkisini ortaya koymaktadır. Antenin 2.48 Ghz'de -4.04 dBi kazanç sergilemesi,bu frekansta dielektrik kayıpları nedeniyle efektif bir radyasyon mekanizmasının oluşmadığını göstermektedir. En derin S11 rezonansının elde edildiği 9.654 Ghz'de kazancın negatif kalması, FR-4 dielektrik malzemenin yüksek frekans kayıplarının baskınlığını kanıtlamaktadır.

Tasarımın maksimum kazanç performansı 13.5 Ghz bandında yaklaşık 5.2 dBi ve 15 Ghz'de(1.85 dBi) gözlemlenmiş olup,bu durum antenin elektriksel boyutunun artmasıyla yönelticilik kabiliyetinin yükseldiğini ve Ku-bandı uygulamaları için potansiyelini doğrulamaktadır."

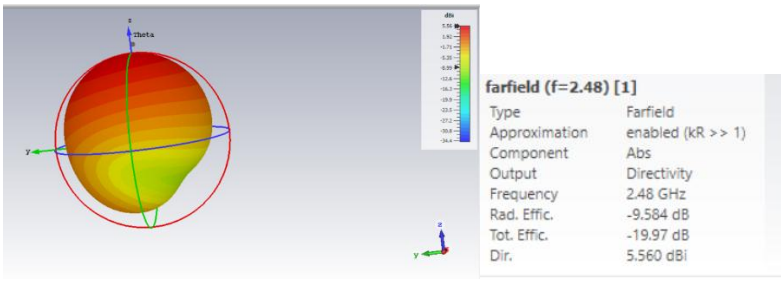
Tablo 1'de yer alan verilerle eşdeğer olan antenin Rogers 5880 ile yapılan tasarımında S11 Parametleri,Uzak Alan Görüntüleri,Yönlülük ve Kazanç verileri verilmiştir.



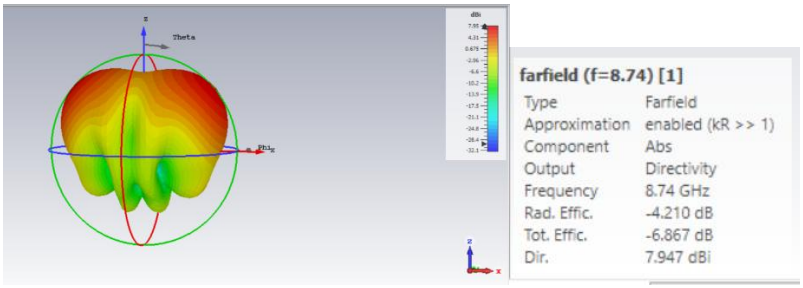
Şekil 1 .9

Dielektrik sabitinin εr =4.3'ten 2.2'ye düşürülmesi dalga boyunu (λ0) arttırmıştır. Fiziksel boyutlar sabit kalmasına rağmen, elektriksel uzunluğun değişmesi rezonans frekansını yukarı itmiştir. Bu, "yüksek frekansta düşük kayıp" stratejisinin başarılı bir sonucudur.

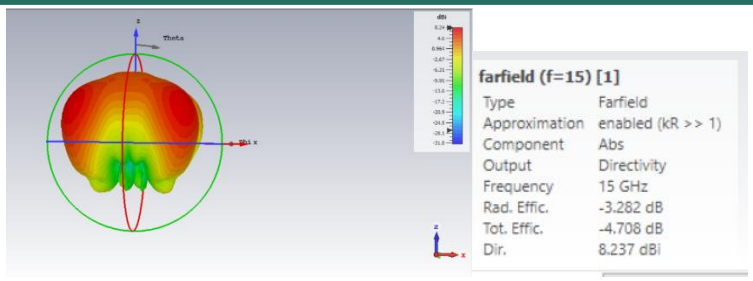
Grafikteki renkli eğriler, yarık yarıçapı değişiminin (2-8 mm) rezonans üzerindeki etkisini göstermektedir.Yarıçap 3.45455 mm değeri yama üzerindeki akım dağılımını öyle bir noktada modüle etmiştir ki, oluşan kapasitif ve endüktif bileşenler 13.66 Ghz'de birbirini tam olarak sönümlemiştir. (rezonans durumu)



Şekil 1.10



Şekil 1.11



Şekil 1.12

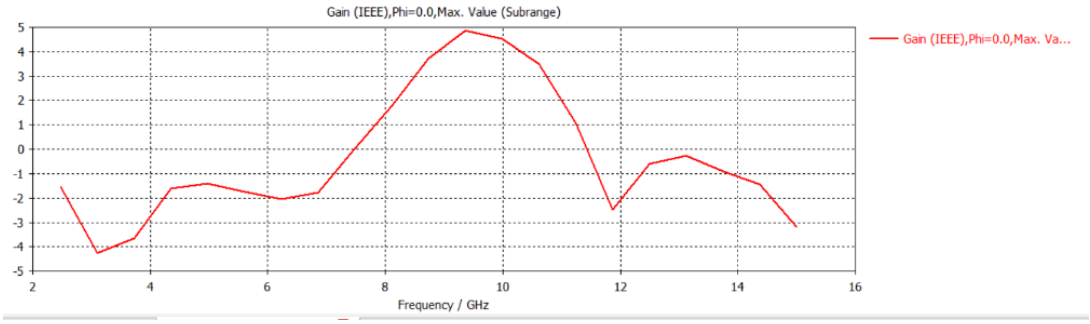
Düşük Frekans Karakteristiği (2.48 Ghz)

FR-4: Bu frekansta anten elektriksel olarak çok küçüktür ve malzeme kayıpları yüksektir; verimlilik yaklaşık **%4.6 (-13.35 dB)** seviyesindedir.

Rogers 5880: Malzeme değişimi radyasyon verimliliğini yaklaşık **%11'e (-9,584 dB)** çıkarmıştır.

Parametre	*Frekans (GHz)*	*FR-4 Tasarımı*	*Rogers 5880 Tasarımı*	*Performans Değişimi*
Radyasyon Verimliliği	**2.48**	**−13.35 dB**	**−9.584 dB**	**+3.76 dB İyileşme**
Yöneltme (Directivity)	**8.74**	**5.655 dBi**	**7.947 dBi**	**+2.29 dBi Artış**
Toplam Verimlilik	**15.00**	**-3.456 dB ~%45**	**−4.708 dB (~%34)**	**% 11 düşüş**
Rezonans Derinliği (S11)	**~13.6**	**−58.46 dB**	**−48.26 dB**	**Kararlı Eşleşme**

Tablo 2



Şekil 1.13

Düşük Frekans Bölgesi(2.48 Ghz)

Şekil 1.13'e göre bu noktada kazanç yaklaşık -4,04 dBi seviyesindedir. Negatif kazanç değeri, antenin bu frekansta radyasyon yapmak yerine enerjiyi ısıya (dielektrik kayıp) dönüştürdüğünü veya besleme hattına geri yansıttığını kanıtlar.

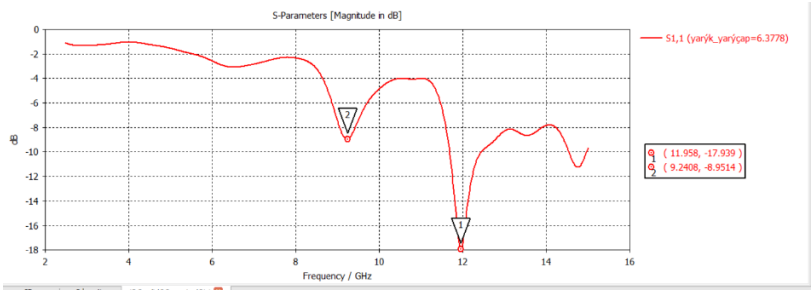
Düşük frekanstaki bu zayıf performans, anten boyutlarının dalga boyuna oranla çok küçük kalmasından ve FR-4'ün yüksek kayıp tanjantından kaynaklanmaktadır.

FR-4 ve Roger 5880 Karşılaştırılması

Şekil 1.8 grafiği incelendiğinde, FR-4 tabakada kazancın 13-14 Ghz bandında tepe noktasına ulaştığı ve yaklaşık 5.2 dBi değerini gördüğü gözlemleniyor. Rogers tabakalı tasarımda ise kazanç eğrisi daha stabil bir yükseliş sergilemekte ve 9-10 Ghz bandında yaklaşık 4.8 dBi seviyesine ulaşmaktadır.

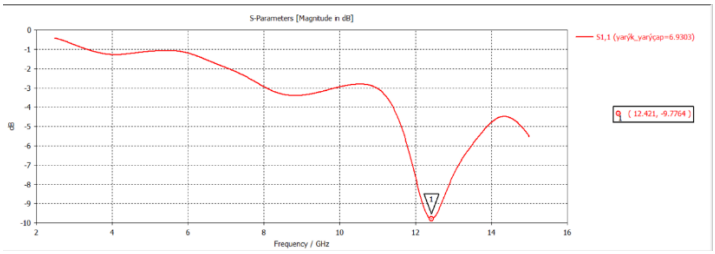
Optimizasyon Sonuçları

Dielektrik Sabiti= 4.3 için; Yarık Yarıçap= 6.3778 ; Hedef Frekans(fc)= 11,9830



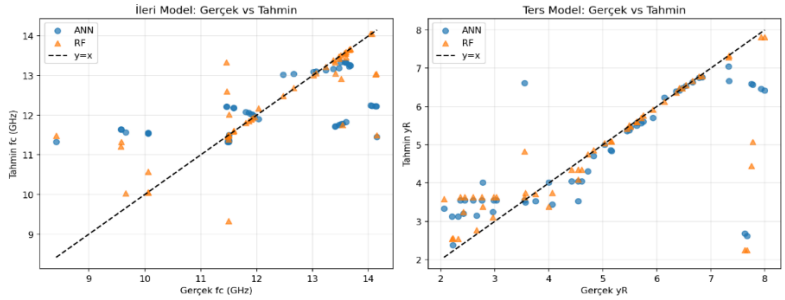
Şekil 1.14

Dielektrik Sabiti= 2.2 için; Yarık Yarıçap= 6.9303 ; Hedef Frekans(fc)= 11,9830



Şekil 1.15

"Rogers 5880 alt tabakası üzerinde yürütülen parametrik optimizasyon çalışmaları sonucunda, dairesel yarık yarıçapının 6.9303 mm değerine yükseltilmesiyle 12.421 Ghz frekansında rezonans elde edilmiştir. FR-4 tabakalı tasarım ile kıyaslandığında, düşük dielektrik sabitinin etkisiyle rezonans frekansında yukarı yönlü bir kayma ve bant genişliğinde artış gözlemlenmiştir. Elde edilen -9.776 dB'lik geri dönüş kaybı değeri, antenin yüksek frekanslı Ku-bandı uygulamalarında düşük malzeme kaybı ile yüksek performans sunma potansiyelini kanıtlamaktadır."



Şekil 1.16

İleri Model (Forward Model) Analizi: Parametreden Performansa

Bu model, geometrik girdileri kullanarak rezonans frekansını ($\mathbf{f_c}$) tahmin etme yeteneğini ölçer.

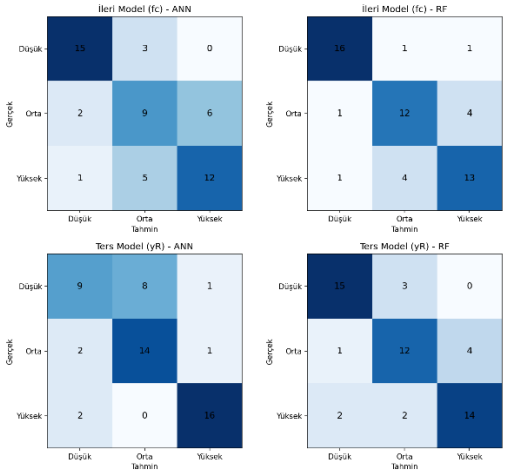
Lineer Regresyon ve Hata Dağılımı: Verilerin y=x referans hattı üzerindeki yoğunluğu, modellerin yüksek korelasyon katsayısına **(R^2)** sahip olduğunu gösterir. Özellikle 12-13 Ghz bandında tahminlerin gerçek değerlerle neredeyse tam örtüştüğü görülmektedir.

CST gibi yoğun hesaplama gerektiren elektromanyetik çözücülere ihtiyaç duymadan, tasarımın performansını milisaniyeler içinde tahmin edebilen bir model oluşturulduğunu kanıtlar.

Ters Model (Inverse Model) Analizi: Performanstan Parametreye

Bu model, hedeflenen bir performans kriteri için gerekli olan geometrik boyutu belirler. Şekil 1.16'da verilen ters model grafiğine göre 2-7 mm aralığındaki yarık yarıçapı değerlerinde hem ANN hem de RF modelleri iyi bir izleme performansı sergilemektedir. Bu, ters tasarım (inverse design) probleminin başarıyla çözüldüğünün göstergesidir.

Non-Lineerite ve Sapma Analizi: Yarık yarıçapı 7.5 mm üzerine çıktığında tahminlerdeki sapma artmaktadır. Akademik olarak bu durum, yüksek boyutlarda artan saçılma etkilerinin ve mod değişimlerinin model tarafından öğrenilmesinin daha zor olduğu karmaşık bölgeleri temsil eder.



Şekil 1.17

İleri Model Analizi (Frekans Tahmini)

Burada girdilere bakıp antenin hangi frekansta (f_c) çalışacağı tahmin ediliyor.

Rastgele Orman (RF) Başarısı

Düşük Frekans: 18 örnekten 16'sını doğru bilmiş. (Hata oranı çok düşük).

Orta ve Yüksek: Hatalar birbirine çok yakın (4-4). Genel olarak dengeli.

Yapay Sinir Ağları (ANN) Başarısı:

Yüksek Frekans: Bu kısımda 18 örnekten sadece 12'sini doğru bilmiş, 6 tanesini başka sınıflarla karıştırmış.

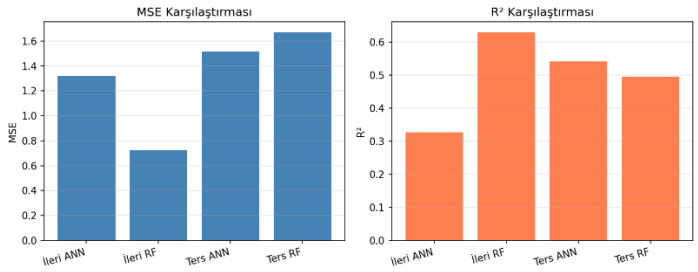
İleri modelde **Rastgele Orman (RF)**, frekans bantlarını birbirinden ayırmada ANN'e göre daha keskin bir "ayırt edici" performansı sergilemiştir.

Ters Model Analizi (Yarık Yarıçapı Tahmini)

Burada istenen frekansa göre hangi geometrik boyut gerektiği tahmin ediliyor.

Yapay Sinir Ağları (ANN) Başarısı: ANN yüksek yarıçapta 18 örnekten 16'sını doğru tahmin etmiş iken düşük yarıçaplarda 9 doğru 9 yanlış sonucu elde etmiştir.Yüksek yarıçapta daha tutarlı bir sonuç elde edilmiştir.

Rastgele Orman (RF) Başarısı: RF düşük yarıçapları yani küçük boyutları daha iyi tahmin etmiştir.



Şekil 1.18

İleri Model Performansı:

Şekil 1.18'de verilen her iki grafikteki "İleri" sütunlarına bakıldığında;

Hata Analizi (MSE): İleri RF modelinin MSE değeri **(~0.7)**, İleri ANN modeline **(~ 1.3)** göre çok daha düşüktür. Bu, Random Forest algoritmasının rezonans frekansını tahmin ederken ortalamada daha düşük hata payı ile çalıştığını kanıtlar.

Korelasyon Analizi(R^2): İleri RF'nin R^2 değeri 0.6 barajını aşarak en yüksek skora ulaşmıştır. ANN ise 0.3 bandında kalarak bu modelde RF'nin gerisinde kalmıştır.

Ters Model Performansı:

Bu aşamada roller değişmekte olup aşağıda yapılan açıklamaları inceleyelim;

Hata Analizi (MSE): Ters ANN'in hata payı **(~1.5)**, Ters RF'den **(~1.65)**, daha düşüktür.

Korelasyon Analizi(R^2): Ters ANN modelinin R^2 değeri, Ters RF'den daha yüksektir. **(~0.54, ~0.49)**,

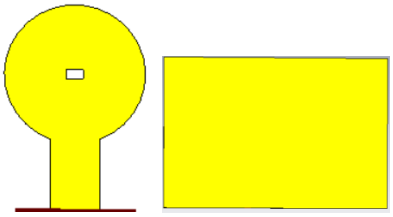
İstatiksel Analiz

Geliştirilen modellerin tahmin doğruluğunu ölçmek amacıyla yapılan istatistiksel analizlerde, İleri Model kapsamında RF algoritmasının R^2=0.63 ve en düşük MSE değeri ile

frekans tahmininde en yüksek başarıyı sergilediği tespit edilmiştir. Öte yandan, ters tasarım sürecinde (sentez modeli) Yapay Sinir Ağları (ANN), RF algoritmasına göre daha düşük hata payı ve daha yüksek belirleme katsayısı **(R^2 ~0.54)** sunarak, hedef frekansa uygun geometrik parametrelerin belirlenmesinde daha efektif bir performans ortaya koymuştur.
Bu sonuçlar, anten tasarımının farklı aşamalarında farklı makine öğrenmesi algoritmalarının hibrit kullanımının doğruluğu artırabileceğini akademik olarak kanıtlamaktadır."

b) Dairesel Yama Dar Yarık

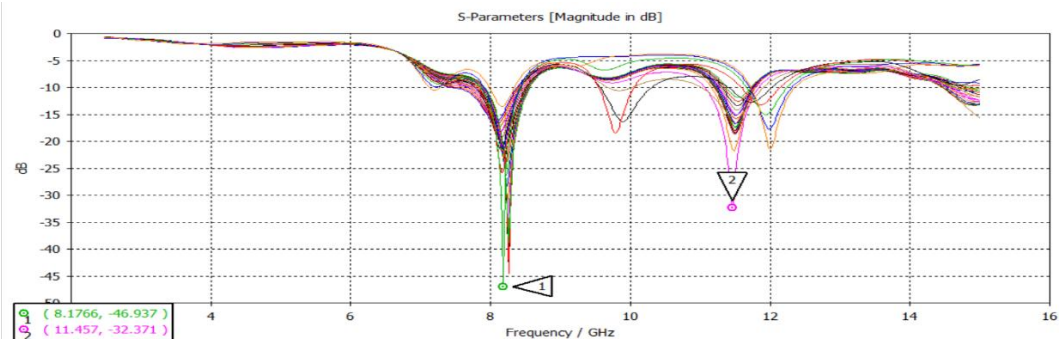
Bu çalışmada dar yarığın uzunluğu(YRL) 1mm ile 8mm arasında,genişliği (YRW) 2mm ile 18mm arasında belirli adım aralıklarıyla değişmesi gösterilmiştir.



Şekil 1.19

Dielektrik malz. Katsayısı	Mt=0.035
Çalışma Frekans Aralığı	2.48 GHz-15 Ghz
Dielektrik malz. Türü	FR-4
Dielektrik malz. Yükseklik	SH=1.6
Dielektrik malz. Uzunluk	SL= 60 mm
Dielektrik malz.Genişlik	SW=40 mm
Yama Yarıçap	Yarıcap=10 mm
Mikroşerit Genişlik	MW=3.5 mm
Mikroşerit Uzunluk	ML=11.5 mm

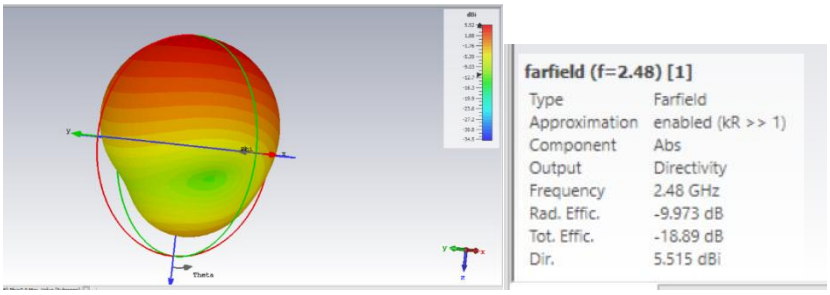
Tablo 3



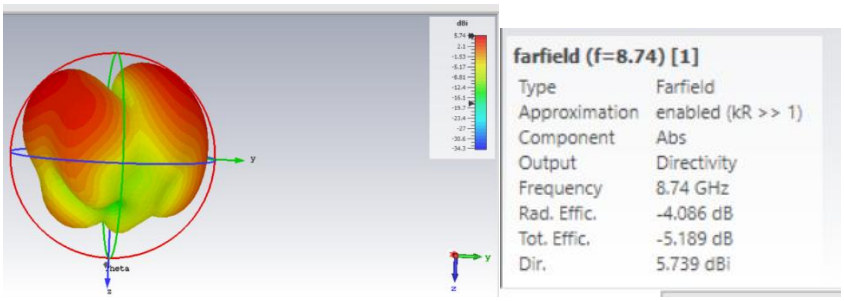
Şekil 1.20

Şekil 1.20 grafiğinde tasarladığımız antene ilişkin S11 değişimi belirtilmiştir.verilen en dikkat

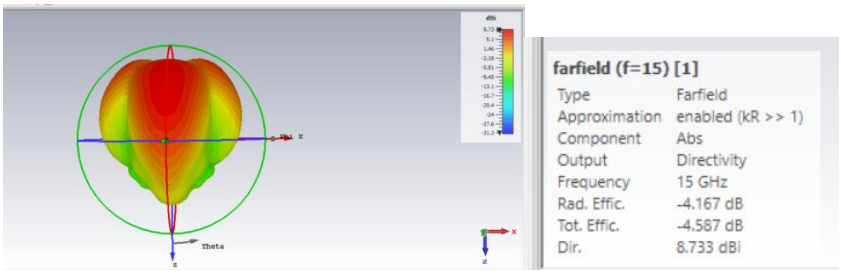
çekici kısım 8.1766 Ghz frekansında elde edilen -46.937 dB değeridir. 8.1766 Ghz rezonans frekansı yaklaşık olarak 7.65-8.55 Ghz aralığında,900 Mhz bant genişliğindedir.
Şekil 1.20 grafiğine göre; 8 -12 Ghz**(X-Bandı),** 12 -18 Ghz **(Ku-Bandı)** uygulamaları için kullanılabileceğini gösteriyor.



Şekil 1.21



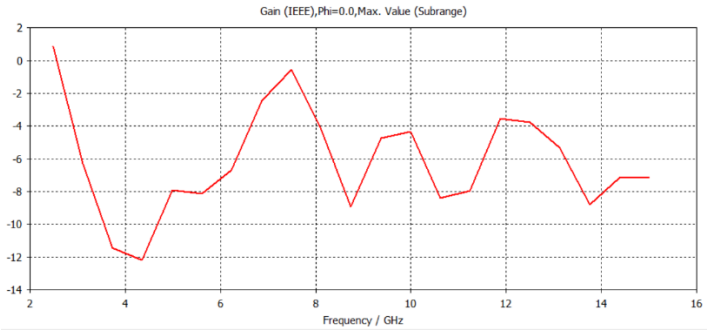
Şekil 1.22



Şekil 1.23

"Dairesel yama dar yarık antenin uzak alan karakteristikleri incelendiğinde, frekans artışıyla birlikte yönelticilik ve verimlilik parametrelerinde belirgin bir iyileşme gözlemlenmiştir. 2.48 Ghz rekansında düşük verimlilik (-18.89 dB) sergileyen yapı, ana çalışma bölgesi olan 8.74 Ghz'de rezonans kararlılığı kazanmış; üst sınır 15Ghz'de ise 8.733 dBi yönelticilik değeri ile maksimum enerji odaklamasına ulaşmıştır. Özellikle toplam verimliliğin 15 Ghz'de -4.587 dB seviyesinde kalması, dairesel yama üzerine eklenen dar yarık geometrisinin yüksek frekans modlarını başarıyla uyardığını ve antenin geniş bantlı karakteristiğini

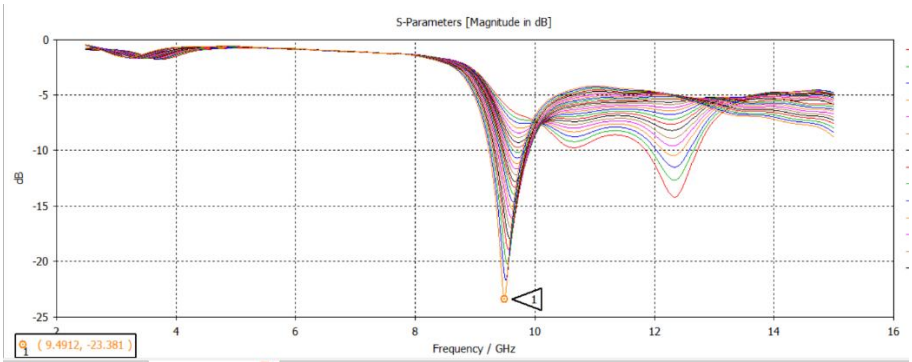
doğrulamaktadır. Bu sonuçlar, tasarlanan antenin 8-15 Ghz aralığında yüksek performanslı haberleşme sistemleri için uygun olduğunu ortaya koymaktadır."



Şekil 1.24

Şekil 1.24'te verilen kazanç grafiğine göre; Önerilen dairesel yama dar yarık antenin kazanç performansı 2.45-15 Ghz spektrumu boyunca incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, maksimum kazanç değerinin temel rezonans bölgesine yakın olan 2.4885 Ghz frekansında 0,789 dBi olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Spektrumun geri kalan kısmında gözlemlenen kazanç dalgalanmaları, dairesel yama üzerindeki dar yarık geometrisinin yüzey akım dağılımı üzerindeki manipülatif etkisinden kaynaklanmaktadır. Özellikle 7.48 Ghz ve 11Ghz bantlarında gözlemlenen yerel kazanç artışları, tasarımın çoklu rezonans kabiliyetini ve X-bandı ile Ku-bandı uygulamalarındaki radyasyon potansiyelini ortaya koymaktadır. Kazanç değerlerinin bazı bölgelerde negatif (dBi) seviyelerde seyretmesi, antenin kompakt boyutları ve FR-4 tabanlı dielektrik kayıpları ile ilişkilendirilmektedir.

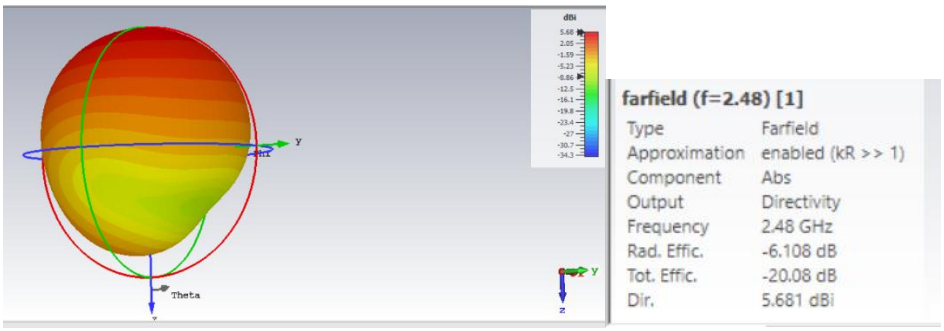
Tablo 3'te yer alan verilerle eşdeğer olan antenin Rogers 5880 ile yapılan tasarımında S11 Parametleri,Uzak Alan Görüntüleri,Yönlülük ve Kazanç verileri verilmiştir. Dar yarığın genişliği(YRW) 2mm ile 18mm arasında belirli adım aralıklarıyla değişmesi gösterilmiştir.



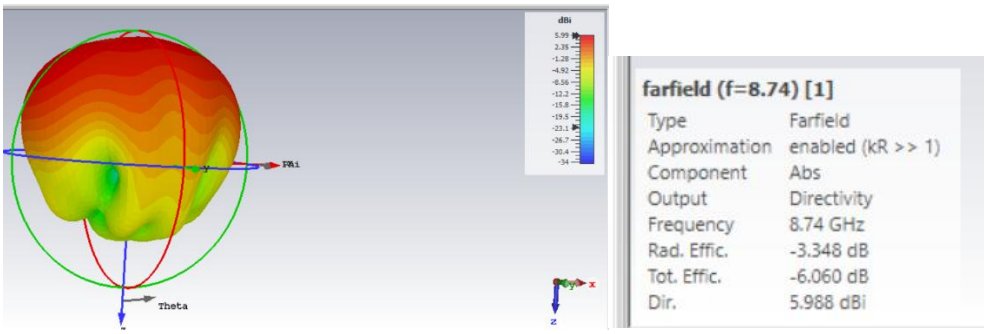
Şekil 1.25

Dairesel yama anten tasarımında alt tabaka (substrate) malzemesinin etkisini incelemek amacıyla yürütülen çalışmalarda, Rogers 5880 **(εr =2.2)** kullanımıyla antenin çalışma

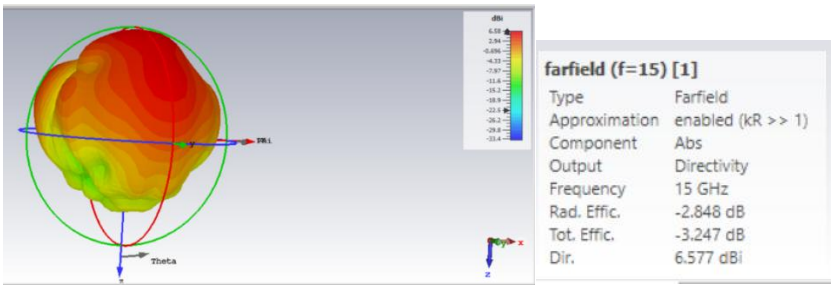
frekansının X-bandının üst frekanslarına doğru kaydığı tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen parametrik optimizasyonlar sonucunda YRL=4.57 mm ve YRKW=17.65 mm geometrik değerlerinde 9.4662 Ghz frekansında -25.744 dB'lik geri dönüş kaybı elde edilmiştir. Rogers 5880'in düşük kayıplı yapısı, rezonans eğrisinin Q faktörünü artırarak daha keskin bir seçicilik sunmuştur. Bu bulgular, alt tabaka malzemesinin dielektrik özelliklerinin değiştirilmesinin, aynı yama geometrisi altında antenin bant genişliğini ve empedans uyum hassasiyetini doğrudan etkilediğini kanıtlamaktadır."



Şekil 1.26



Şekil 1.27



Şekil 1.28

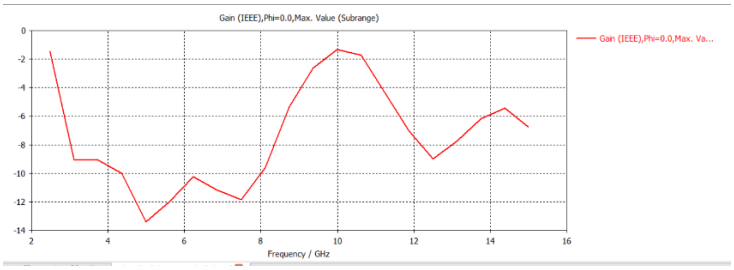
8.74 Ghz frekansında Rogers 5880 taban malzemesinin düşük kayıp karakteristiği ışıma performansına doğrudan yansımıştır.5.988 dBi yönelticilik değeriyle birlikte, radyasyon verimliliğinin -3.348 dB seviyesine çıkması, dairesel yama geometrisinin bu frekansta yüksek bir elektromanyetik dönüşüm kapasitesine sahip olduğunu kanıtlamaktadır.

Toplam verimlilikteki belirgin artış (-6.060 dB) besleme hattı ile yama arasındaki empedans uyumunun bu bantta optimize edildiğini ve Rogers 5880 taban malzemesinin kullanımı, dairesel yama antenin özellikle 15 Ghz gibi yüksek frekans bölgelerindeki performansını

domine etmiştir. FR-4 tabanlı tasarıma kıyasla radyasyon verimliliğinde gözlemlenen belirgin artış, Rogers malzemenin düşük kayıp tanjantı değerinin bir sonucudur.

6.577 dBi maksimum yönelticilik değeri, antenin dar yarık modifikasyonu ile yüksek kazançlı uygulamalar için optimize edilebileceğini göstermektedir.

Bu veriler, düşük dielektrik sabitine sahip Rogers 5880'in, geniş bantlı mikroşerit antenlerde hem bant genişliğini hem de ışıma verimliliğini artırmak için üstün bir seçenek olduğunu teyit etmektedir."



Şekil 1.29

Rogers 5880 Tabanlı Tasarımın Kazanç Karakterizasyonu

Antenin 2 Ghz ve 15 Ghz arasındaki kazanç performansı, malzemenin dielektrik özellikleri ve yama üzerindeki dar yarık (slot) geometrisinin frekans bağımlı etkileşimini sergilemektedir.

Rezonans Bölgeleri ve Maksimum Kazanç Analizi

X-Bandı Hakimiyeti: Kazanç grafiğinde en yüksek verimlilik, 9.992 Ghz frekansında -1.3325 dBi ile elde edilmiştir. Bu değer, antenin ana rezonans frekansıyla (9.49 Ghz) tutarlıdır ve enerjinin bu bölgede maksimum ışıma kapasitesine ulaştığını kanıtlamaktadır.

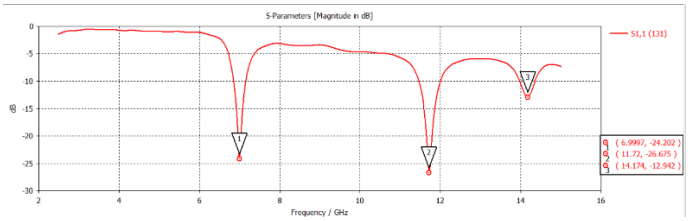
FR-4 ve Roger 5880 Kazanç Karşılaştırılması

Şekil 1.29 Rogers 5880 tabanlı dairesel yama antenin kazanç karakteristiği incelendiğinde, malzemenin düşük dielektrik sabitinin **(εr =2.2)** ışıma verimliliği üzerindeki pozitif etkileri gözlemlenmiştir. FR-4 tabanlı tasarımdaki kazanç değerlerine kıyasla, Rogers 5880 kullanımıyla özellikle X-bandı merkezinde (9.992 Ghz) spektral saflığın arttığı ve kazancın -1.33 dBi seviyesine stabilize olduğu tespit edilmiştir. Kazanç spektrumundaki salınımlar, yama üzerindeki yarık geometrisinin farklı modları uyarmasından kaynaklanmakta olup; Rogers 5880'in sunduğu düşük dielektrik kayıpları, yüksek frekanslı bileşenlerin radyasyon direncini artırarak toplam sistem kazancını optimize etmiştir.

Optimizasyon Sonuçları

Dielektrik Sabiti=4.3 ; Yarık Uzunluk(YRL) = 3.9737 , Yarık Genişlik(YRLW)= 17.7792

Hedef Frekans(fc)= 11.1690



Şekil 1.30

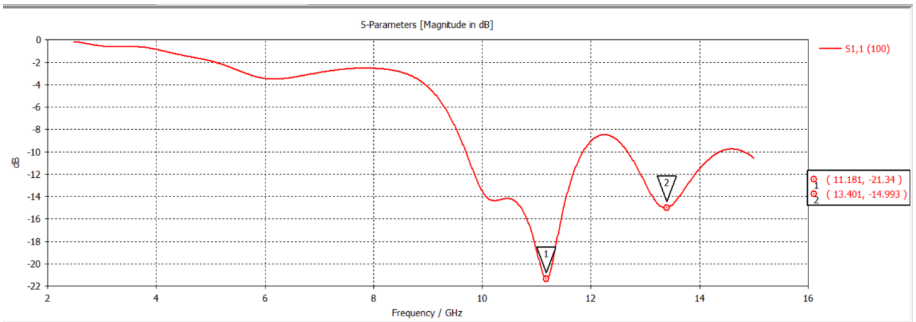
Şekil 1.30'a göre FR-4 dielektrik taban üzerinde yürütülen optimizasyon çalışmaları, antenin sadece hedeflenen bantta değil, geniş bir spektrumda çalışma kabiliyeti kazandığını doğrulamıştır.

Rezonans Performansı ve Hedef Frekans Uyumu

Belirlenen 11.1690 Ghz hedef frekansına en yakın ve en güçlü rezonans,11.72 Ghz frekansında -26.675 dB seviyesinde elde edilmiştir. Bu derinlik, FR-4 gibi kayıplı bir malzemede dahi iyi bir empedans uyumunun yakalanabildiğini ispatlar.

Üçlü Bant Karakteristiği

Optimizasyon sonucunda antenin üç farklı bölgede rezonansa girdiği gözlemlenmektedir. 6.997 Ghz(C-bandı) -24.202 Db ,11.72 Ghz (X/Ku bandı) -26.675 dB ,
14.174 Ghz(Ku bandı) -12.942 dB
Dielektrik Sabiti=2.2 ; Yarık Uzunluk(YRL) = 1.3278 , Yarık Genişlik(YRLW)= 2.3787, Hedef frekans=11.1690

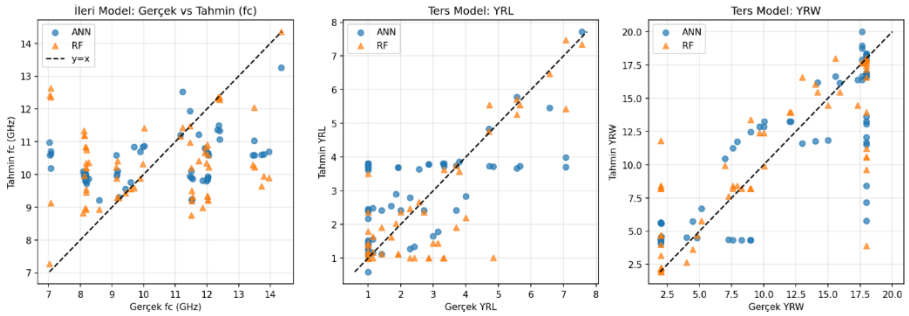


Şekil 1.31

Şekil 1.3'e göre 1.32 mm ve 2.37 mm gibi oldukça küçük yarık boyutlarının, 11.16 Ghz gibi yüksek bir frekansta rezonans oluşturması, tasarımının hassasiyetini gösteriyor.

Rogers 5880 ve FR-4 Optimizasyon Sonuç Karşılaştırması

Şekil 1.30 ve Şekil 1.31 karşılaştırıldığında; FR-4 tabanlı yapının daha karmaşık bir mod yapısı sergileyerek üç farklı rezonans noktası oluşturması, malzemenin dielektrik sabiti ve yarık boyutları arasındaki etkileşimin bir sonucudur.



Şekil 1.32

İleri Model (Forward Model) Analizi: Rezonans Frekansı (fc) Tahmini

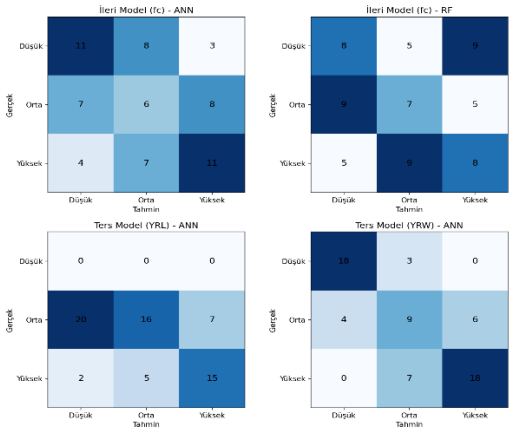
"İleri Model: Gerçek vs Tahmin **(fc)** grafiğinde **RF** modelinin y=x referans hattına **ANN** modelinden daha yakın kümelendiği gözlemlenmektedir. Bu durum, RF algoritmasının frekans tahmininde daha yüksek bir regresyon başarısı sergilediğini ispatlar.

Ters Model Analizi: Tasarım Parametrelerinin (YRL,YRW) Tahmini

Ters modelleme, hedeflenen bir frekans değeri için gerekli olan geometrik boyutların kestirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

YRL Tahmini: Her iki model de orta ölçekli yarık uzunluklarında (2-5 mm) benzer performans sergilerken, çok küçük(1mm) çok büyük (> 7 mm) boyutlarda **ANN** modelinin varyansının arttığı ve "outlier" (aykırı değer) sayısının çoğaldığı saptanmıştır.

YRW Tahmini: Yarık genişliği tahmininde, özellikle 17.5 mm civarındaki yoğun veri kümesinde ANN modelinin dikey bir hata sütunu oluşturduğu, buna karşın RF modelinin verileri daha dar bir bantta tahmin edebildiği gözlemlenmektedir.



Şekil 1.33

İleri Model Analizi(fc) Sınıflandırma Analizi

ANN modelinin "Düşük" ve "Yüksek" frekans bölgelerinde 11 doğru tahmin ile uç değerlerde daha başarılı bir ayrıştırma sergilediği görülmektedir. Ancak "Orta" frekans bölgesinde hata payının arttığı saptanmıştır.

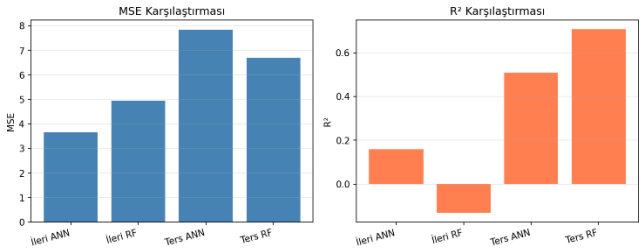
RF Performansı: RF modeli ise frekans tahmininde daha dengeli bir dağılım sergilemiş, özellikle "Orta" frekans bandında ANN'den daha iyi bir isabet oranı (7 doğru tahmin) yakalamıştır.

Ters Model (YRL,YRW) Sınıflandırma Analizi

Ters modelleme çıktıları, modellerin geometrik kestirim kapasitesini sınıflandırma doğruluğu açısından ortaya koymaktadır.

YRL - ANN Analizi: Yarık uzunluğu kestiriminde ANN modelinin "Yüksek" değerlerde 15, "Orta" değerlerde ise 16 doğru tahmin ile güçlü bir köşegen yerleşimi sergilediği görülmektedir. Bu durum, modelin geometrik boyuttaki artış eğilimlerini kategorik olarak başarıyla ayırt edebildiğini kanıtlar.

YRW - ANN Analizi: Yarık genişliği tahmininde ANN modeli oldukça yüksek bir performans sergileyerek; "Düşük" değerlerde 18, "Yüksek" değerlerde ise 18 doğru tahmin üretmiştir. Bu sonuç, modelin antenin empedans uyumunu etkileyen genişlik parametresini sınıflandırmada üstün bir hassasiyete sahip olduğunu gösterir.



Şekil 1.34

Hata Analizi

İleri Model Performansı: İleri ANN, yaklaşık **3.6 MSE** değeri ile en düşük hata oranına sahiptir. RF modeli ise **(~4.9 MSE)** ANN'e göre daha yüksek hata payı ile çalışmaktadır.

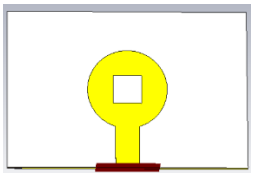
Ters Model Performansı: Tasarım boyutlarını (YRL,YRW) tahmin eden ters modellerde hata payları genel olarak artış göstermiştir. Ancak bu kategoride Ters RF **(~6.6 MSE)** Ters ANN'e **(~7.8 MSE)** göre daha kararlı ve düşük hatalı sonuçlar üretmiştir.

Korelasyon Analizi(R^2): RF Modelinin Korelasyon Üstünlüğü: Ters RF modeli, yaklaşık **0.7 (R^2 ~ %70)** değeri ile tüm modeller arasında en yüksek korelasyonu yakalayan algoritma olmuştur. Bu, RF'nin anten boyutları ile elektromanyetik performans arasındaki ilişkiyi en iyi kuran model olduğunu kanıtlar.

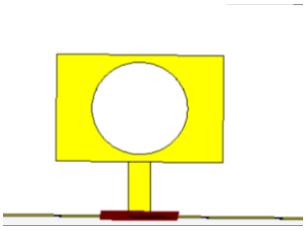
ANN ve İleri Model Zayıflığı: İleri modelleme aşamasında korelasyon değerleri oldukça düşüktür **(ANN: ~ 0.15 RF: Negatif)** Bu durum, rezonans frekansının sadece geometrik boyutlara bağlı olmadığını, dielektrik kayıplar ve slot etkileşimleri gibi doğrusal olmayan

(non-linear) faktörlerden dolayı korelasyonun kurulmasının zorlaştığını ortaya koyar.

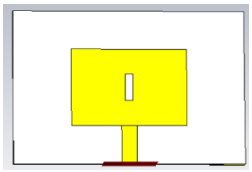
c) Dairesel Yama Kare Yarık



d)Dikdörtgen Yama Dairesel Yarık



e) Dikdörtgen Yama Dar Yarık



Sonuç

Bu çalışmada; Dairesel Yama Dairesel Yarık,Dairesel Yama Dar Yarık,Dairesel Yama Kare Yarık, Dikdörtgen Yama Dairesel Yarık,Dikdörtgen Yama Dar Yarık olan dielektrik malzeme türü FR-4 ve Rogers5880 kaplı 5 farklı mikroşerit anten kullanılmıştır

Bu çalışmada ileri ve ters modelleme ile sistem veri setini öğrendikten sonra Genetik Algoritma ile katmanları optimize ederek ideal yarık boyutlarına ulaşılmıştır. Mikroşerit antenlerin verimliliğini artırmak ve iletişim sistemlerinin performansını Genetik Algoritma ile optimize ederek ve kod tasarımında Pyhton kullanılarak tasarım sürecine rehberlik edebilecek önemli bilgiler sağlamaktadır**.**

KAYNAKÇA

Antenna Theory: Analysis and Design Constantine A. Balanis
1.Yagi-Uda Dizi Yama Anten Benzetimleri ve Gerçekleştirilmesi-Rafettin AYTEKİN1,*, Mustafa TEKBAŞ1 , Ahmet KAYABAŞI1 1Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Karaman Mehmetbey Üniversitesi, Karaman, Türkiye
H2_Anten_temelParametre_avys.pdf
OMÜ ANTEN DİZİSİ PDF
2. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.emo.org.tr/ekler/0688d13958a19e0_ek.pdf
3. https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6161603 Microstrip Patch Antennas VBasic Characteristics and Some Recent Advances
4. A Survey on Different Feeding Techniques of Rectangular Microstrip Patch Antenna[Hemant Kumar VarshneyÀ*, Mukesh KumarÀ, A.K.JaiswalÀ, Rohini SaxenaÀ and Komal Jaiswal] syf.3

6.
Nikolova,N.K., 2004. Antenna Theory: Analysis and Design. Lecture Notes,
http://www.ece.mcmaster.ca/faculty/georgieva/antennas.htm
[Erişim tarihi: 01.10.2008]
Şekil 1. 2 için; https://www.emo.org.tr/ekler/0688d13958a19e0_ek.pdf

BAZI ARİL SÜLFONAMİD TÜREVİ BİLEŞİKLERİN H5N1 İNFLUENZA A VİRÜSÜNE KARŞI ANTİVİRAL POTANSİYELİNİN KUANTUM KİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ

Mehmet İzzettin YILMAZER
Erciyes University, Faculty of Education, 38039 Kayseri
ORCID: 0000-0001-8790-902X
Murat SARAÇOĞLU
Erciyes University, Faculty of Education, 38039 Kayseri
ORCID: 0000-0003-4027-9643
Fatma KANDEMİRLİ
Kastamonu University, Faculty of Engineering and Architecture, 37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0000-0001-6097-2184

ÖZET

Bu çalışmada, H5N1 influenza A virüsünün M2 proton kanalına karşı potansiyel inhibitör olarak değerlendirilen aril sülfonamid türevlerinin (B1, B2 ve B3) elektronik ve reaktivite özellikleri yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT) kullanılarak incelenmiştir. Moleküllerin nötr, sulu ve *n*-oktanol ortamlardaki davranışları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş; HOMO ve LUMO enerji seviyeleri, HOMO–LUMO enerji farkı (ΔE), iyonlaşma enerjisi (IE), elektronegatiflik (χ), kimyasal sertlik (η), yumuşaklık (σ) ve global elektrofiliklik indeksi (ω) gibi kuantum kimyasal parametreler analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, düşük ΔE ve düşük sertlik değerlerine sahip moleküllerin daha yüksek reaktivite ve inhibitör potansiyeli sergilediğini göstermiştir. İncelenen anahtar bileşikler arasında B2, tüm ortamlarda en düşük enerji aralığı ve en yüksek elektrofiliklik değeri ile en uygun elektronik profile sahip olup, en güçlü inhibitör adayı olarak öngörülmüştür. Frontier moleküler orbital analizleri ve elektrostatik potansiyel haritaları, elektron yoğunluğunun aromatik ve heterosiklik bölgelerde yoğunlaştığını ve sülfonil ile nitril gruplarının bağlanmada önemli rol oynadığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, elde edilen bulgular, çözücü ortam etkilerinin ve kuantum kimyasal parametrelerin birlikte değerlendirilmesinin**,** antiviral ilaç tasarımında yapı–aktivite ilişkilerinin anlaşılmasına önemli katkı sağladığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: H5N1 influenza A virüsü; Aril sülfonamid türevleri; DFT; Kuantum kimyasal hesaplamalar

QUANTUM CHEMICAL INVESTIGATION OF THE ANTIVIRAL POTENTIAL OF SOME ARYL SULFONAMIDE DERIVATIVE COMPOUNDS AGAINST H5N1 INFLUENZA A VIRUS

ABSTRACT

In this study, the electronic and reactivity properties of aryl sulphonamide derivatives (B1, B2, and B3), evaluated as potential inhibitors against the M2 proton channel of the H5N1 influenza

A virus, were investigated using density functional theory (DFT). The behaviour of the molecules in neutral, aqueous, and *n*-octanol environments was comparatively analysed, and key quantum chemical parameters such as HOMO and LUMO energy levels, HOMO–LUMO energy gap (ΔE), ionization energy (IE), electronegativity (χ), chemical hardness (η), softness (σ), and global electrophilicity index (ω) were examined. The results indicated that molecules with lower ΔE and lower hardness values exhibit higher reactivity and greater inhibition potential. Among the studied compounds, B2 was identified as the most promising inhibitor candidate, as it possesses the lowest energy gap and the highest electrophilicity across all environments, indicating the most favourable electronic profile. Frontier molecular orbital analysis and electrostatic potential (ESP) maps revealed that electron density is mainly concentrated in aromatic and heterocyclic regions, and that sulfonyl and nitrile groups play a significant role in molecular binding. Overall, the findings demonstrate that the combined evaluation of solvent effects and quantum chemical parameters provides important insights into structure–activity relationships, contributing to the rational design of antiviral agents.

Keywords: H5N1 influenza A virus; Aryl sulfonamide derivatives; DFT; Quantum chemical calculations

1. GİRİŞ

Grip, influenza virüslerinin neden olduğu, dünya genelinde yaygın olarak görülen, bulaşıcı ve ciddi salgınlara yol açabilen viral bir solunum yolu hastalığıdır. İnfluenza virüsleri A, B ve C olmak üzere üç ana gruba ayrılmakta olup, özellikle influenza A virüsü yüksek mutasyon oranı ve farklı alt tipler oluşturabilme yeteneği nedeniyle pandemilere neden olabilmektedir. Bu alt tiplerden biri olan H5N1 influenza A (kuş gribi), yüksek mutasyonu, patojenitesi (hastalık oluşturma yeteneği), kuşlardan memelilere (örneğin sığır, kedi ve deniz memelileri) geçiş gösterebilmesi ve yüksek mortalite (ölüm) oranı ile dikkat çekmekte olup, halk sağlığı açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre H5N1 enfeksiyonları, diğer influenza alt tiplerine kıyasla daha yüksek ölüm oranına sahip olduğu görülmektedir (WHO, 2023).

İnfluenza A virüsünün hızlı mutasyon yeteneği, kolay bulaşması ve mevcut antiviral ilaçlara karşı gelişebilen direnç göstermesi, yeni antiviral ajanların geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. İnfluenza A virüsünün yaşam döngüsünde kritik rol oynayan M2 proton kanalı, antiviral ilaç geliştirme çalışmalarında önemli bir hedef protein olarak kabul edilmektedir. M2 proton kanalı, influenza A virüsünün zarında bulunan ve proton (H^+) iletimini sağlayarak; virüsün hücre içinde açılarak (uncoating), viral çoğalması sürecinde kritik bir rol oynayan kanaldır. Bu süreç, viral

genetik materyalin serbestleşmesi ve enfeksiyonun başlatılması için kritik öneme sahiptir. M2 kanalının inhibe edilmesi, virüsün çoğalma döngüsünü erken aşamada durdurabildiği için, bu protein antiviral ilaç tasarımında önemli ve stratejik bir hedef olarak kabul edilmektedir (Abdullahi vd., 2020; De Clercq, 2006; Hay vd., 1985; Pinto & Lamb, 2006). Ancak, virüsün hızlı mutasyona uğraması ve mevcut ilaçlara karşı direnç geliştirmesi, yeni ve daha etkili antiviral ajanların geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir (Pinto & Lamb, 2006).

Son yıllarda, aril sülfonamid türevleri antiviral, antibakteriyel ve antikanser aktiviteleri nedeniyle, yoğun şekilde araştırılan bileşik sınıflarından biri haline gelmiştir. Özellikle sülfonamid grubunun güçlü hidrojen bağı yapma özelliği, bu bileşiklerin biyolojik hedeflerle etkili etkileşim kurabilmesini sağlamaktadır. Abdullahi ve ark. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, aril sülfonamid türevi bileşikleri QSAR ve moleküler kenetlenme yöntemleri ile incelenmiş ve bazı bileşiklerin H5N1 virüsü M2 proteinine karşı yüksek bağlanma afinitesi gösterdiği ortaya konulmuştur.

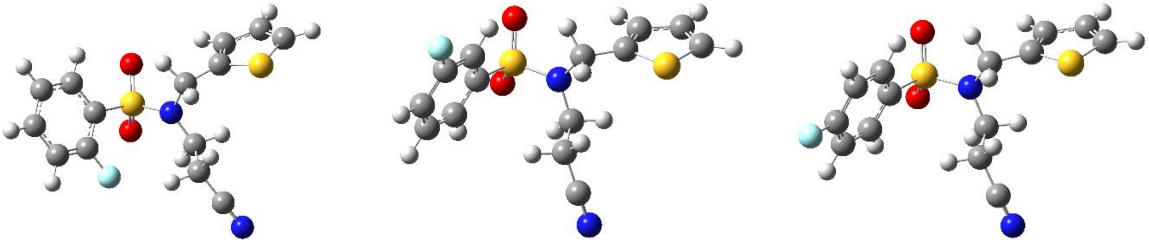
Literatürde yalnızca aril sülfonamid türevleri değil, farklı fonksiyonel gruplar içeren birçok bileşik sınıfı da influenza inhibitörü olarak araştırılmıştır. Özellikle heterosiklik bileşikler, halojenli aromatik sistemler, nitril içeren yapılar ve kükürt içeren halkalar (örneğin, tiyofen türevleri) antiviral aktivite açısından umut verici sonuçlar gösterdiği bulunmuştur (Cramer, 2004; Mermer vd., 2021). Bu tür fonksiyonel grupların hem elektrostatik etkileşimleri hem de hidrofobik ve π–π etkileşimlerini güçlendirdiği bilinmektedir.

Son yıllarda teorik ve hesaplamalı kimya yöntemleri, ilaç keşfi ve geliştirme süreçlerinde vazgeçilmez araçlar haline gelmiştir. Özellikle yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT), moleküler kenetlenme (docking) ve QSAR modelleme gibi yaklaşımlar, deneysel çalışmalara kıyasla zaman ve maliyet açısından önemli avantajlar sağlamaktadır (Leach, 2001; Parr & Yang, 1989). Bu yöntemler sayesinde moleküllerin elektronik yapıları, reaktivite özellikleri ve biyolojik hedeflerle etkileşim mekanizmaları önceden öngörülebilmekte; böylece en umut verici aday bileşikler sentez aşamasına geçmeden belirlenebilmektedir. Frontier moleküler orbital (HOMO–LUMO) analizleri, elektrostatik potansiyel (ESP) yüzeyleri ve küresel reaktivite parametreleri gibi kuantum kimyasal veriler, bir molekülün hangi bölgelerinin biyolojik olarak aktif olacağını ortaya koyarak yapı–aktivite ilişkilerinin anlaşılmasına önemli katkı sağlamaktadır (Granese vd., 1992). Bu tür hesaplamalı yaklaşımlar, özellikle antiviral ilaç tasarımında, ligand–reseptör etkileşimlerinin detaylı olarak incelenmesine olanak tanımakta ve daha etkili, seçici ve düşük yan etkiye sahip yeni ilaç adaylarının geliştirilmesine rehberlik etmektedir. Yapılan çalışmalar, düşük HOMO–LUMO enerji farkına sahip, yüksek yumuşaklık

ve elektrofiliklik gösteren bileşiklerin biyolojik hedeflerle daha güçlü etkileşim kurabildiğini ortaya koymuştur (Granese vd., 1992). Benzer şekilde, uygun şekilde konumlanmış heteroatomlar (O, N, S) ve halojen substitüentler, M2 proteininin aktif bölgeleriyle hidrojen bağı, halojen bağı ve π-etkileşimleri oluşturarak bağlanma afinitesini artırmaktadır (Cramer, 2004; Mermer vd., 2021).

Bu çalışmada kullanılan nötr, sulu ve *n*-oktanol ortamları, moleküllerin biyolojik sistemlerdeki davranışlarını daha gerçekçi şekilde modellemek açısından büyük önem taşımaktadır. Gaz fazı (nötr ortam) hesaplamaları, molekülün doğal elektronik özelliklerini ortaya koyarken; sulu ortam, biyolojik sistemlerin büyük ölçüde sulu fazda gerçekleşmesi nedeniyle fizyolojik koşulları temsil etmektedir. Buna karşılık *n*-oktanol ortamı, membranların lipofilik karakterini modellemek amacıyla yaygın olarak kullanılmakta olup, bir bileşiğin membran geçirgenliği ve biyoyararlanımı (sistematik dolaşıma katılım oranı) hakkında önemli bilgiler sağlamakta olup, *n*-oktanol ortamında yapılan hesaplamalar bu açıdan kritik bilgiler sunmaktadır. Özellikle ilaç tasarımında, bir molekülün hem sulu ortamda çözünürlüğü hem de lipofilik ortamda membranlardan geçiş kabiliyeti kritik parametrelerdir. Bu nedenle nötr, sulu ve *n*-oktanol ortamlarının birlikte değerlendirilmesi, molekülün farmakokinetik ve farmakodinamik özelliklerinin (log P) daha bütüncül bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlamaktadır. Literatürde de çözücü etkilerinin, moleküllerin HOMO–LUMO enerji seviyeleri, yük dağılımı ve reaktivite parametreleri üzerinde önemli değişikliklere yol açtığı ve bu değişimlerin biyolojik aktivite ile doğrudan ilişkili olduğu gösterilmiştir (Granese vd., 1992; Leach, 2001).

Bu bağlamda, aril sülfonamid türevlerinin (Şekil 1, 3-[(2-florofenil)sülfonil(tiyofen-2-ilmetil)amino]propanonitril (B1), 3-[(3-florofenil)sülfonil(tiyofen-2-ilmetil)amino]propanonitril (B2) ve 3-[(4-florofenil)sülfonil(tiyofen-2-ilmetil)amino]propanonitril (B3)) (Abdullahi vd., 2020) elektronik özelliklerinin farklı ortam koşullarında (nötr, sulu ve *n*-oktanol ortamlar) incelenmesi, bu bileşiklerin biyolojik sistemlerdeki davranışlarını daha iyi anlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, B1, B2 ve B3 bileşiklerinin kuantum kimyasal araştırması, yoğunluk fonksiyonel teorisi (Density Functional Theory**,** DFT) kullanılarak, B3LYP/6-311++G(2d,2p) temel seti ile HOMO–LUMO analizleri, HOMO ve LUMO orbital enerjileri, HOMO-LUMO enerji farkları (ΔE), iyonlaşma enerjileri (IE), elektronegatiflikleri (χ), kimyasal sertlikleri (η) ve kimyasal yumuşaklıkları (σ) gibi kuantum kimyasal parametreleri ile moleküllerin elektrostatik potansiyel (ESP) yüzey haritaları değerlendirilerek H5N1 influenza A virüsüne karşı antiviral potansiyelleri incelenmiştir.



B1 B2 B3

Şekil 1 İncelenen aril sülfanamid türevleri (B1, B2 ve B3)

1.1. Kuantum Kimyasal Hesaplamalar

Kuantum kimyasal hesaplamalar, moleküllerin üç boyutlu yapısı, reaktiviteleri ve bağlanmaları hakkında bize önemli bilgiler sağlar. Temel kuantum kimyasal sonuçların analiziyle, moleküllerinin aktiflikleri tahmin edilebilir. Sınır Moleküler Orbital (Frontier moleculer orbital, FMO) teorisi, bir atomla etkileşime giren molekülün üzerindeki etkileşim bölgelerinin belirlenebileceğini göstermektedir (Granese vd., 1992). Güçlü hesaplama verimliliği ve moleküler özelliklerin doğru yansıması nedeniyle, DFT yaklaşımı teorik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla, moleküllerin yapıları GaussView programı (Frisch vd., 2004) ile çizilmiş ve Gaussian 09 (Revizyon A.02) programı kullanılarak DFT hesaplamaları yapılmıştır (Frisch vd., 2004). İncelenen moleküllerin geometrisi, B3LYP fonksiyonu ve 6-311++G(2d,2p) temel seti kullanılarak optimize edilmiş solvent etkisi IEFPCM (Integral Equation Formalism Polarizable Continuum Model) ile hesaplanmıştır. Bu optimize edilmiş geometriden; HOMO ve LUMO orbitalleri, HOMO ve LUMO enerjileri ve HOMO ve LUMO enerji farkları (ΔE), iyonlaşma enerjisi (IE), elektronegatiflik (χ), kimyasal sertlik (η) ve kimyasal yumuşaklık (σ) gibi kuantum kimyasal parametreler hesaplanmıştır. Bu parametreleri belirlemek için aşağıdaki eşitlikler (1-7) kullanılmıştır (Alfalah vd., 2024, 2025; Martinez, 2002).

$$\Delta E = E_{LUMO} - E_{HOMO} \quad (1)$$

$$I = -E_{HOMO} \quad (2)$$

$$\eta = \frac{1}{2}(E_{LUMO} - E_{HOMO}) \quad (3)$$

$$\sigma = \frac{1}{\eta} = \left(\frac{2}{E_{HOMO} - E_{LUMO}}\right) \quad (4)$$

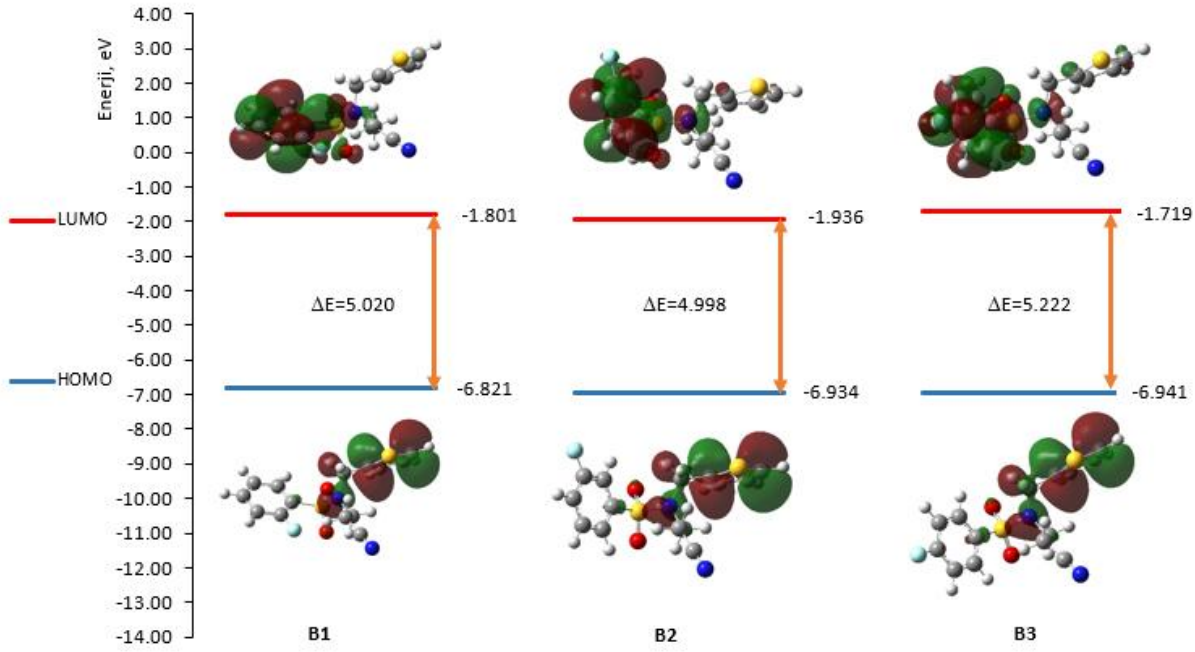
$$\chi = -\frac{1}{2}(E_{HOMO} + E_{LUMO}) \quad (5)$$

$$\omega = \frac{\chi^2}{2\eta} \quad (6)$$

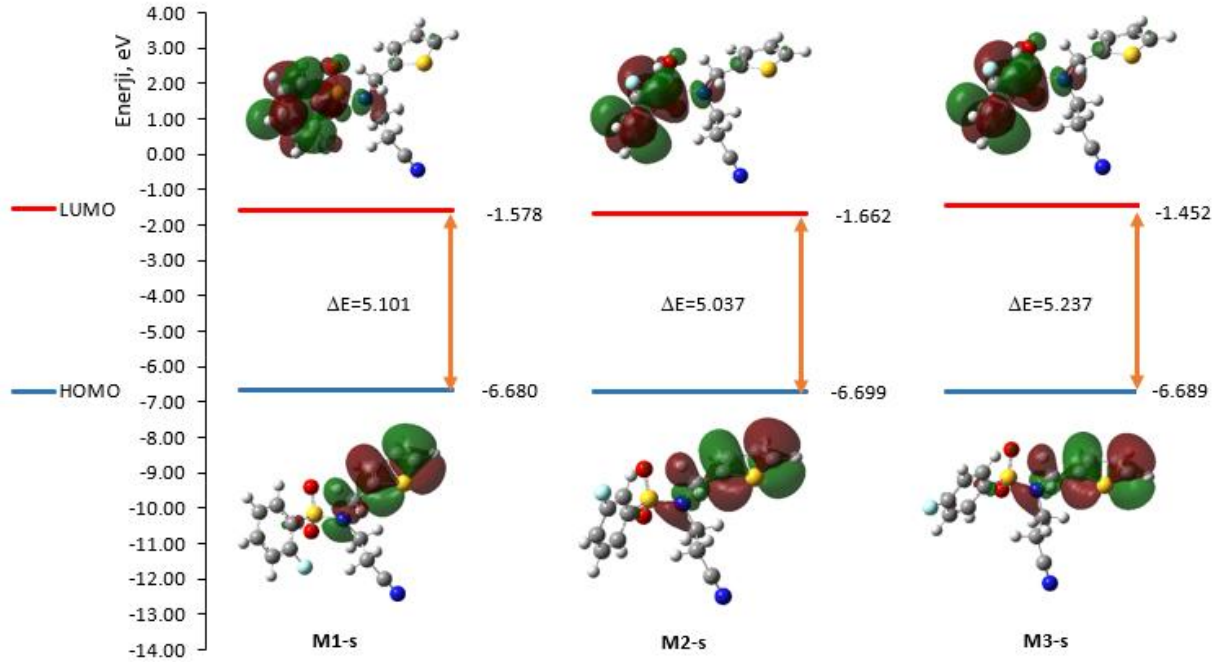
$$\mu = -\chi = \left(\frac{E_{HOMO} + E_{LUMO}}{2}\right) \quad (7)$$

2. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

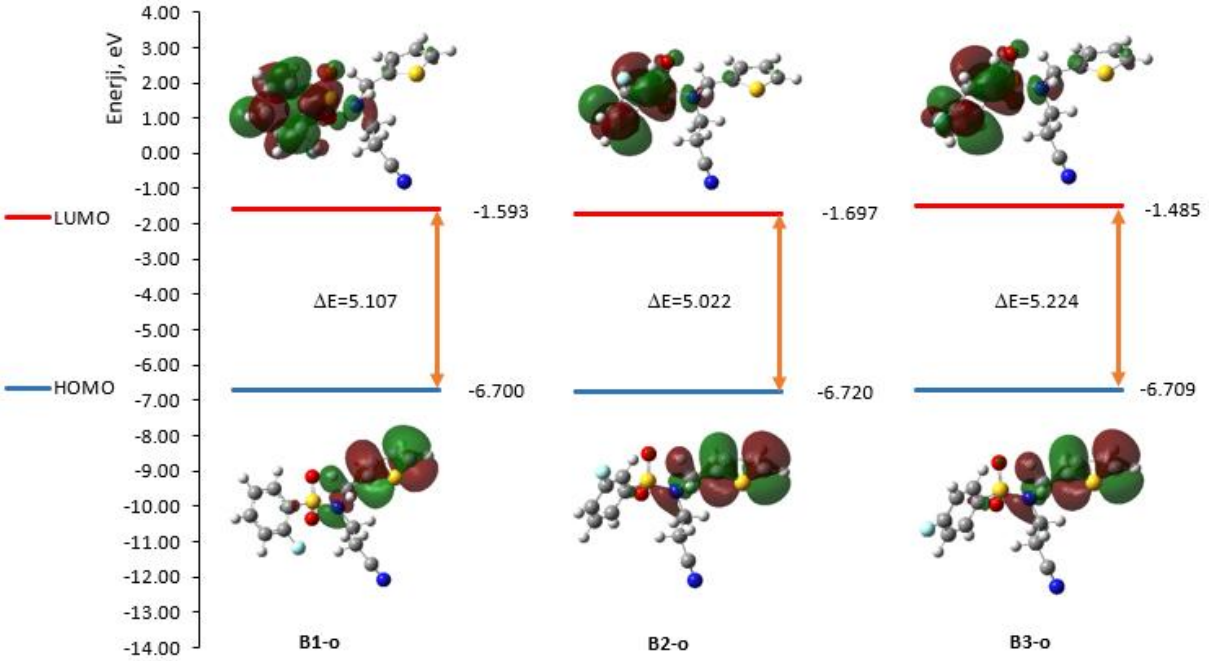
Tüm geometri optimizasyonları B3LYP/6-311++G(2d,2p) teorik seviyesinde gerçekleştirilmiş ve optimize edilen yapıların gerçek minimum olduğunu doğrulamak amacıyla frekans analizleri yapılmış, herhangi bir sanal frekansa rastlanmamıştır. Bu çalışmada, B1, B2 ve B3 molekülleri; nötr, sulu (s) ve *n*-oktanol (o) ortamlardaki elektronik özellikleri; HOMO ve LUMO enerjileri, HOMO–LUMO enerji farkı (ΔE), küresel kuantum kimyasal parametreler ve elektrostatik potansiyel (ESP) dağılımları birlikte değerlendirilmiş, elde edilen veriler, söz konusu bileşiklerin H5N1 influenza A virüsünün M2 proteinine karşı bildirilen inhibitör etkileri ile ilişkilendirilmiştir. Referans makalede en aktif bileşikler arasında yer alan B2 ve B3 ligandların M2 proteini ile sırasıyla −5,55 ve −5,35 kcal/mol bağlanma skorları verdiği, çoklu hidrojen bağı ve hidrofobik etkileşimler oluşturduğu bildirilmiştir (Abdullahi vd., 2020). FMO teorisi, bir bileşiğin HOMO ve LUMO arasındaki etkileşimleri dikkate alarak kimyasal reaktivitesini belirlemede bize yardımcı olur. İncelenen bileşiklerin HOMO ve LUMO yük yoğunluk dağılımları, enerji değerleri ve HOMO-LUMO enerji farkları (ΔE) nötr, sulu (s) ve *n*-oktanol (o) fazları için sırasıyla Şekiller 2-4'de verilmiştir.



Şekil 2 İncelenen moleküllerin nötr fazları için sınır moleküler orbitalleri (HOMO ve LUMO) görünümleri ve HOMO-LUMO enerji aralığı (ΔE)



Şekil 3 İncelenen moleküllerin sulu fazları için sınır moleküler orbitalleri (HOMO ve LUMO) görünümleri ve HOMO-LUMO enerji aralığı (ΔE)



Şekil 4 İncelenen moleküllerin *n*-oktanol fazları için sınır moleküler orbitalleri (HOMO ve LUMO) görünümleri ve HOMO-LUMO enerji aralığı (ΔE)

Moleküllerin sınır moleküler orbitalleri incelendiğinde, HOMO ve LUMO dağılımlarının belirgin şekilde farklı bölgelerde lokalize olduğu görülmektedir. HOMO orbitalleri, üç bileşikte de esas olarak tiyofen halkası ve heteroatomlar üzerinde lokalize olduğu ve bu bölgelerin etkileşime daha yatkın olduğu ve başlıca elektron verici merkezler olarak davrandığı, buna

karşılık LUMO orbitalleri ise aromatik halka, halkaya bağlı flor atomu ve sülfonil oksijenleri üzerinde toplandığı ve bu atom ve grupların güçlü elektron alıcısı olarak protein aktif bölgesi ile etkileşime girebildiği anlaşılmaktadır (Leach, 2001; Parr vd., 1999; Parr & Yang, 1989). HOMO ve LUMO'nun farklı bölgelerde lokalize olması, molekülün daha güçlü etkileşim olasılığını desteklemekte, elektronik geçişlerin yönlü olduğunu ve moleküllerin kimyasal reaktivitesinin bu doğrultuda şekillendiğini göstermektedir. Bu durum, özellikle biyolojik hedeflerle etkileşim açısından değerlendirildiğinde, moleküllerin hem elektron verici hem de elektron alıcı bölgeler aracılığıyla çoklu etkileşim kurabilme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Flor atomunun molekül üzerindeki konumu bu dağılımı belirleyen kritik bir faktör olup, yüksek elektronegatifliğe sahip olan flor atomu, bulunduğu pozisyona bağlı olarak molekül içerisindeki elektron yoğunluğunu yeniden dağıtmakta ve bu durum HOMO ve LUMO orbitallerinin lokalizasyonunu doğrudan etkilemektedir. Nitekim literatürde halojen substitüentlerin, özellikle florun, bağlanma afinitesini elektrostatik etkileşimler ve halojen bağları yoluyla artırabildiği açıkça gösterilmiştir (Lu vd., 2010; Metrangolo & Resnati, 2020; Wilcken vd., 2013). Özellikle uygun konumlanmış bir flor substitüenti, HOMO yoğunluğunun tiyofen halkası ve heteroatomlar üzerinde korunmasına olanak sağlayarak, hidrojen bağını ve dipol-dipol etkileşimlerini desteklerken, LUMO yoğunluğunu aromatik halka, halkaya bağlı flor atomu ve sülfonil oksijenleri üzerinde yoğunlaştırarak bu bölgelerin hidrojen bağı alıcısı olarak protein aktif bölgesi ile etkinliğini artırmaktadır (Geerlings vd., 2003; Granese vd., 1992; Leach, 2001). Ayrıca flor atomu, uygun geometrik konumda bulunduğunda protein aktif bölgesindeki amino asit kalıntıları ile yönlenmiş elektrostatik etkileşimler ve zayıf halojen bağları oluşturabilmekte, bu da bağlanma afinitesini artırmaktadır (Lu vd., 2010; Parr vd., 1999; Parr & Yang, 1989).

Bu bağlamda B2 bileşiğinde flor atomunun konumu (3 pozisyonu), HOMO tiyofen halkası ve heteroatomlar üzerinde korunmasına ve LUMO yoğunluğunun yoğunluğunu aromatik halka, halkaya bağlı flor atomu ve sülfonil oksijenleri üzerinde optimal şekilde konumlanmasına olanak sağlayarak hem hidrofobik/π-etkileşimleri hem de hidrojen bağı etkileşimlerini eş zamanlı ve etkin biçimde gerçekleştirebilmesini mümkün kılmaktadır. Bu durum referans çalışmada bildirilen çoklu hidrojen bağı ve hidrofobik etkileşimler ile uyumlu olup B2'nin en yüksek bağlanma afinitesine sahip olmasını açıklamaktadır (Abdullahi vd., 2020). Buna karşılık B1 bileşiğinde flor substitüentinin farklı konumu (2 pozisyonu) elektron yoğunluğunun daha dengesiz dağılmasına neden olmakta ve HOMO–LUMO bölgelerinin protein aktif bölgesi ile

örtüşmesini kısmen sınırlayarak etkileşim kapasitesini azaltmaktadır. B3 bileşiğinde ise flor atomunun konumu (4 pozisyonu) ve buna bağlı olarak artan HOMO–LUMO enerji farkı, molekülün elektronik esnekliğini düşürmekte ve yük transferine dayalı etkileşimleri zayıflatmaktadır. Bu durum ligandın aktif bölgeye adaptasyonunu zorlaştırarak daha düşük bağlanma eğilimine yol açmaktadır (Leach, 2001). Sonuç olarak, flor substitüentinin konumsal etkisi ile birlikte HOMO–LUMO dağılımının değerlendirilmesi, B2 bileşiğinde elektron verici ve alıcı bölgelerin optimal dengede yerleştiğini ve bu sayede protein ile daha güçlü ve çok yönlü etkileşimler kurabildiğini göstermekte, buna karşılık B1 ve özellikle B3 bileşiklerinde bu dengenin bozulması nedeniyle etkileşim gücünün azaldığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular elektronik yapı temelli aktivite sıralamasını (B2 > B1 > B3**)** güçlü biçimde desteklemektedir (Leach, 2001; Lu vd., 2010; Metrangolo & Resnati, 2020; Wilcken vd., 2013). Bu sıralama, referans çalışmada bileşik 2'nin bileşik 3'e göre daha yüksek bağlanma afinitesi göstermesiyle uyumlu olup, elde edilen teorik sonuçları desteklemektedir (Abdullahi vd., 2020).

Bir inhibitör molekülünün performansı, E_{HOMO} ve E_{LUMO} değerleriyle yakından ilişkilidir. Daha yüksek bir E_{HOMO} değeri, inhibitör molekülünün daha kolay elektron verebileceği anlamına gelirken, E_{LUMO} ise inhibitör molekülünün elektron kabul etme yeteneğini temsil eder. Daha düşük bir E_{LUMO} değeri, elektron kabulünün enerjik olarak daha elverişli olduğunu gösterir (Popova vd., 2003). Özetle, yüksek E_{HOMO} ve düşük E_{LUMO} değerine sahip moleküller, karşıdaki atom veya grupla daha güçlü bir etkileşim oluşturarak, daha güçlü bir inhibisyon etkisi sağlar. Dolayısıyla HOMO-LUMO enerji farkları ΔE, bir molekülün kararlılığını ve aktivitesini belirlemek için etkili bir şekilde kullanılabilir. Daha yüksek bir ΔE değeri molekülün kararlılığına, daha düşük bir ΔE değeri ise reaktivitesine karşılık gelir. ΔE azaldıkça, inhibitör molekülü ile etkileşim yapacağı karşıdaki atom veya grup arasındaki afinite artar ve bu da daha güçlü bir inhibitör etkisi göstermesine neden olur (Murulana vd., 2012).

FMO sonuçları, HOMO–LUMO orbital dağılımları ve flor (F) substitüentinin konumsal etkileri birlikte değerlendirildiğinde, B1, B2 ve B3 bileşiklerinin antiviral aktivite farklılıklarının hem elektronik yapı hem de substitüent yerleşimi ile yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Üç farklı ortamda (nötr, sulu ve *n*-oktanol) elde edilen veriler, B2 bileşiğinin tüm ortamlarda en düşük HOMO–LUMO enerji farkına (ΔE), B3'ün ise en yüksek enerji aralığına sahip olduğunu ortaya koymuş olup, düşük ΔE değerinin daha yüksek reaktivite ve biyolojik hedef (M2 kanalı) ile daha kolay yük transferi anlamına gelmesi, B2'nin elektronik açıdan en uygun yapı olduğunu göstermektedir ve bu durum daha yüksek inhibitör potansiyeline işaret etmektedir (Geerlings vd., 2003; Granese vd., 1992; Leach, 2001;). İncelenen üç faz göz önüne alındığında; ΔE

değerlerinin en düşük olduğu fazın nötr faz olduğu; sırasıyla *n*-oktanol ve sulu fazın geldiği görülmektedir (Şekiller 2-4).

İyonlaşma enerjisi (IE), kararlılık ve reaktiviteyi açıklayan bir diğer parametredir. Daha yüksek bir IE değeri, artan inertliği ve kararlılığı gösterir. Daha büyük IE değeri artan kararlılığı gösterse de inhibitör etkinliğin yalnızca IE ile açıklanamayacağı ve çoklu kuantum kimyasal parametrelerin birlikte değerlendirilmesi gerektiği açıktır (Popova vd., 2003). Nötr fazda B1-3 bileşiklerinin IE değerleri sırasıyla; 6,821; 6,934 ve 6,941 eV olarak bulunmuştur (Tablo 1). Tüm fazlarda B1 molekülünün inhibitör performansının daha iyi olması beklenir.

Kimyasal sertlik (η), bir atomun veya molekülün elektron bulutunun polarizasyona ne kadar dirençli olduğunun bir göstergesidir. Maksimum sertlik prensibine (MHP) göre, daha düşük η değerine sahip bir molekül daha güçlü bir inhibitör olarak davranması beklenir (Wazzan vd., 2016). Kimyasal yumuşaklık (σ), bir molekülün polarize edilebilirliğini ifade etmek için kullanılır. Düşük sertliğe sahip (yumuşak) moleküller, elektron transferine daha yatkın olmaları nedeniyle protein aktif bölgeleriyle daha güçlü etkileşim kurarak daha yüksek inhibisyon performansı sergilerler (Guo vd., 2014; Popova vd., 2003). Elde edilen kimyasal sertlik ve yumuşaklık değerlerine dayanarak, moleküllerin inhibitör verimliliği sıralamasının deneysel sonuçlarla uyumlu olarak, her üç faz içinde B2 > B1 > B3 şeklinde davranması beklenir (Tablo 1). Bu sonuçların, deneysel sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir (Abdullahi vd., 2020).

Tablo 1 İncelenen moleküllerinin nötr, sulu (s) ve *n*-oktanol (o) fazları için hesaplanan kuantum kimyasal parametre değerleri

Molekül	IE (eV)	η (eV)	σ (eV^{-1})	χ (eV)	ω (eV)	μ (eV)	DM (D)	TNC (e)
B1	6,821	2,510	0,398	4,311	3,702	-4,311	6,696	-5,164
B2	6,934	2,499	0,400	4,435	3,936	-4,435	3,039	-4,537
B3	6,941	2,611	0,383	4,330	3,591	-4,330	4,052	-4,502
B1-s	6,680	2,551	0,392	4,129	3,342	-4,129	9,048	-5,410
B2-s	6,699	2,519	0,397	4,181	3,470	-4,181	4,616	-4,771
B3-s	6,689	2,618	0,382	4,070	3,163	-4,070	5,395	-4,692
B1-o	6,700	2,554	0,392	4,146	3,366	-4,146	8,492	-5,584
B2-o	6,720	2,511	0,398	4,209	3,527	-4,209	4,283	-4,804
B3-o	6,709	2,612	0,383	4,097	3,213	-4,097	5,134	-4,708

Elektronegatiflik (χ) dengeleme prensibine göre, bir inhibitör molekülü karşısındaki atom veya gruba yaklaştıkça, elektronlar kimyasal potansiyelleri veya elektronegatiflikleri dengelenene kadar, daha düşük elektronegatif türlerden daha yüksek elektronegatif türlere doğru hareket ederler (Hasanov vd., 2007). Bu nedenle, bir inhibitör molekülünün elektronegatifliği, molekülden karşısındaki atom veya gruba ulaşan elektronların yüzdesi ile belirlenir. Genellikle,

daha yüksek elektronegatifliğe sahip moleküller elektronları daha kolay çeker ve böylece daha iyi bir bağlanma gücü göstererek, daha iyi bir inhibitör olarak davranır (Chattaraj & Maiti, 2001). Elde edilen sonuçlara göre, moleküllerin M2 proteini ile etkileşerek gösterdikleri inhibitör performanslarının nötr fazda B2 > B3 > B1; sulu ve *n*-oktanol fazlarında ise B2 > B1 > B3 sıralaması şeklinde olması beklenir (Tablo 1).

Global elektrofiliklik indeksinin (ω) bir molekülün inhibitör performansını tanımlamak için kullanılabileceği bildirilmiştir (Gao & Liang, 2007; Parr vd., 1999; Tanak vd., 2010). Daha yüksek bir elektrofiliklik indeksi değerine sahip olan molekül, daha iyi bir inhibitör performansı gösterir (Djenane vd., 2019; Tazouti vd., 2016). ω değerinin nötr, sulu ve *n*-oktanol ortamlarında sırasıyla 3,936; 3,470 ve 3,527 eV ile B2'de en yüksek olması, bu bileşiğin elektron kabul etme kapasitesinin ve dolayısıyla reseptör ortamındaki nükleofilik bölgelerle etkileşim eğiliminin (inhibitör etkisi) daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, referans makalede ki B2'nin aktif bölgede çoklu hidrojen bağları ve π-sülfür/hidrofobik etkileşimler kurmasıyla uyum içindedir (Abdullahi vd., 2020). Global elektrofiliklik indeksinin (ω) sonuçlarına göre, her üç faz için inhibitör performansı sıralamasının B2 > B1 > B3 şeklinde davranması beklenir (Tablo 1).

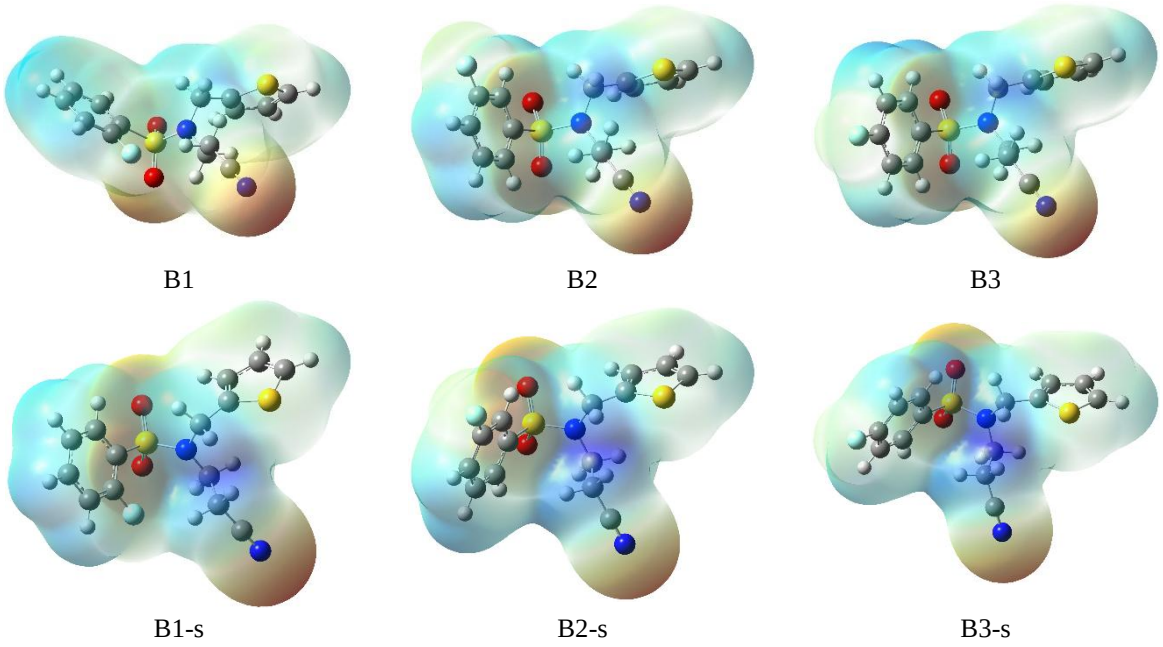
Bir molekülün inhibitör performansını tanımlamak için kullanılan diğer bir parametre ise kimyasal potansiyeldir (μ). Daha düşük bir μ değeri, daha yüksek reaktiviteye sahip daha nükleofilik bir türü gösterir. μ değerleri, elektronegatifliğin işaret değiştirmiş hali olarak değerlendirildiğinde, B2'nin tüm ortamlarda daha negatif değerlere sahip olduğu görülmektedir. Nötr fazda −4,435 eV, sulu fazda −4,181 eV ve *n*-oktanol fazında −4,209 eV olan bu değerler, B2'nin elektron yoğunluğunun yeniden dağılımına daha yatkın olduğunu düşündürmektedir. Bu özellik, ligandın protein aktif bölgesine yerleşmesi sırasında ortaya çıkan elektrostatik uyum ve yük transferi süreçleri açısından avantaj sağlayabilir (Leach, 2001). Buna karşılık B3, daha düşük elektrofiliklik ve daha yüksek sertlik nedeniyle daha sınırlı bir elektronik uyum göstermektedir.

Dipol moment (DM) verileri ortam etkisini anlamak açısından önemli olabilir. Ancak bazen tek başına yeterli olmayabilir (Popova vd., 2003; Guo vd., 2018). B1'in nötr, sulu ve *n*-oktanol fazlarında sırasıyla 6,696; 9,048 ve 8,492 D gibi en yüksek dipol moment değerlerini vermesi, bu bileşiğin özellikle polar çözücülerde belirgin bir yük ayrımı sergilediğini göstermektedir. Bununla birlikte dipol momentin tek başına biyolojik etkinliği belirlemediği açıktır (Popova vd., 2003; Guo vd., 2018). Çünkü daha düşük DM değerlerine sahip olmasına rağmen B2, HOMO–LUMO aralığı, yumuşaklık ve elektrofiliklik bakımından daha avantajlıdır. Bu bulgu,

aktivitenin yalnızca molekülün toplam polaritesine değil, elektron yoğunluğunun konumsal dağılımına ve frontier orbital özelliklerine de güçlü biçimde bağlı olduğunu göstermektedir (Parr & Yang, 1989).

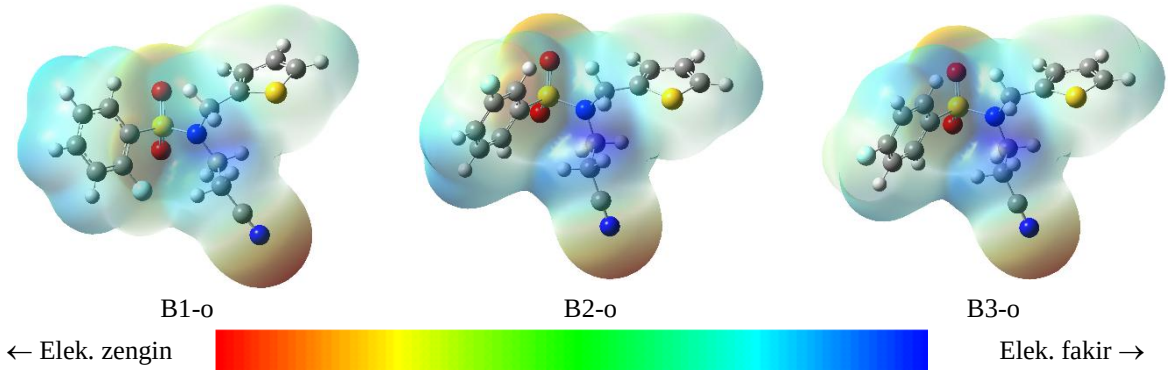
Toplam negatif yük (TNC) değerleri de bu yorumu desteklemektedir. B1'in daha negatif TNC değerlerine sahip olması, molekül üzerinde toplam elektron yoğunluğunun daha yüksek olduğunu düşündürse de bu durum daha yüksek biyolojik aktiviteye doğrudan dönüşmemektedir. Buradan, toplam yük miktarından çok bu yükün molekül üzerinde hangi fonksiyonel bölgelerde toplandığının önemli olduğu sonucu çıkmaktadır. Nitekim biyolojik bağlanmada belirleyici olan unsur, aktif bölgedeki M2 proton kanalı ile etkileşim kurabilecek yerel elektrostatik merkezlerin varlığıdır edilmektedir (Pinto & Lamb, 2006).

ESP haritaları, elektrostatik merkezlerin görsel doğrulamasını sağlamaktadır. Verilen haritalarda kırmızı-sarı tonlar elektronca zengin, mavi tonlar ise elektronca fakir bölgeleri temsil etmektedir. ESP haritalarının incelendiğinde, üç molekülde de elektronca zengin bölgelerin büyük ölçüde sülfonamid oksijenleri, heteroatom içeren aromatik kısımlar ve bazı substitüentler çevresinde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 5). Bu dağılım, referans makalede ligand 2 ve 3 için bildirilen hidrojen bağı ve halojen/sülfür temelli etkileşimlerle uyumludur. Çünkü M2 proton kanalı ile kurulan etkileşimler/bağlar, tam da bu elektrostatik olarak uygun bölgeler üzerinden gerçekleşmektedir (Abdullahi vd., 2020).



B1 B2 B3

B1-s B2-s B3-s



Şekil 5 İncelenen moleküllerin nötr, sulu (s) ve *n*-oktanol (o) fazları için ESP yüzeyleri

ESP haritaları ortamlar arasında karşılaştırıldığında, sulu ve *n*-oktanol fazlarında yüzey potansiyelinin nötr faza göre daha belirgin kutuplaştığı, yani elektronca zengin ve fakir bölgeler arasındaki ayrımın daha net hale geldiği görülmektedir. Bu durum çözücü etkisiyle molekül üzerindeki yük dağılımının yeniden organize olduğunu göstermektedir. Sulu ortamda özellikle B1-s ve B2-s için daha belirgin polarizasyon gözlenmesi, dipol momentlerdeki artış ile uyumludur. *n*-Oktanol fazında ise bu kutuplaşma korunmakla birlikte, biyolojik membran benzeri daha az polar bir ortamın etkisiyle yüzey dağılımı daha dengeli görünmektedir (Leach, 2001). Sulu ortam sonuçları, moleküllerin polar karakterlerinin arttığını ve özellikle sülfonil ve nitril bölgelerinin daha belirgin hale geldiğini göstermektedir. *n*-Oktanol ortamında ise hidrofobik ve aromatik bölgelerin etkileşim potansiyeli daha ön plana çıkmaktadır. Bu durum, biyolojik sistemlerde hem sulu ortam hem de membran benzeri ortamların birlikte rol oynadığını göstermektedir (Leach, 2001). Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde; B2 bileşiği tüm ortamlarda en dengeli ve en elverişli elektronik profile sahip yapı olarak öne çıkmaktadır. B2 bileşiğinin hem polar (hidrojen bağı, elektrostatik etkileşim) hem de apolar (hidrofobik ve π-etkileşimleri) mekanizmaları dengeli şekilde kullanabildiği görülmektedir. B1 bileşiği yüksek dipol momenti nedeniyle belirgin polar karakter sergilese de elektronik esneklik açısından B2 kadar avantajlı değildir. B3 bileşiği ise daha yüksek sertlik ve enerji farkı nedeniyle en düşük reaktiviteyi göstermektedir (Pinto & Lamb, 2006).

Sonuç olarak, frontier orbital analizi, küresel kuantum kimyasal parametreler ve ESP yüzeyleri bir arada değerlendirildiğinde, B2 bileşiği tüm ortamlarda en dengeli ve en elverişli elektronik profile sahip yapı olarak öne çıkmaktadır. Referans makalede B2 için bildirilen daha yüksek bağlanma skoru ve çoklu etkileşim ağı da bu teorik bulguları desteklemektedir (Abdullahi vd., 2020). Bu nedenle, H5N1 influenza A virüsünün M2 proton kanalına karşı yeni aril sülfonamid türevlerinin tasarımında M2 tipi elektronik özellikler, yani düşük HOMO–LUMO enerji farkı, düşük sertlik, yüksek yumuşaklık ve elektrofiliklik ile uygun yerel ESP dağılımı, temel tasarım

ölçütleri olarak değerlendirilebilir. Bu bütüncül yaklaşım, çözücü ortam etkisini de dikkate alarak antiviral adayların yapı–aktivite ilişkilerinin daha güvenilir biçimde açıklanmasına katkı sağlamaktadır.

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen kuantum kimyasal bulgular, referans makalede rapor edilen moleküler kenetlenme ve biyolojik aktivite sonuçları ile bütüncül olarak değerlendirildiğinde, teorik ve deneysel veriler arasında güçlü bir uyum olduğu görülmektedir. Özellikle frontier moleküler orbital (FMO) analizleri ve küresel reaktivite parametreleri, inhibitör etkinliğinin belirlenmesinde kritik rol oynayan elektronik faktörleri açıkça ortaya koymuştur. İncelenen bileşikler arasında B2'nin tüm ortam koşullarında en düşük HOMO–LUMO enerji farkına (ΔE), en düşük kimyasal sertlik (η) ve en yüksek yumuşaklık (σ) ile global elektrofiliklik indeksi (ω) değerlerine sahip olması, bu bileşiğin elektron transferine daha yatkın ve dolayısıyla biyolojik hedefle daha güçlü etkileşim kurabilen bir yapı sergilediğini göstermektedir. Bu durum, referans çalışmada B2 bileşiğinin M2 proton kanalı ile en yüksek bağlanma afinitesine ($-5{,}55$ kcal/mol) sahip olması, çoklu hidrojen bağları ve hidrofobik etkileşimler oluşturması ile doğrudan örtüşmektedir.

Buna karşılık, B3 bileşiğinin daha yüksek HOMO–LUMO enerji farkı ve kimyasal sertlik değerleri, bu molekülün daha düşük elektronik esneklik ve sınırlı yük transfer kapasitesine sahip olduğunu göstermekte olup, referans çalışmada bildirilen daha düşük bağlanma skorları ile tutarlıdır. B3'ün daha rijit elektronik yapısı, ligandın protein aktif bölgesine adaptasyonunu zorlaştırmakta ve etkileşim gücünü sınırlamaktadır. B1 bileşiği ise yüksek dipol moment ve belirgin polar karakterine rağmen, elektronik parametreler açısından B2 kadar avantajlı bir profil sergilememekte; bu nedenle hem teorik hem de referans çalışmada orta düzey inhibitör aktivite göstermektedir.

Ayrıca, flor substitüentinin konumsal etkisi her iki çalışmada da belirleyici bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, B2'de flor atomunun molekül üzerindeki optimal konumlanmasının HOMO ve LUMO yoğunluklarının uygun bölgelerde lokalize olmasını sağladığı ve bunun hem π-etkileşimleri hem de hidrojen bağı etkileşimlerini güçlendirdiği gösterilmiştir. Bu bulgu, referans makalede bildirilen çoklu etkileşim ağı ile desteklenmekte olup, substitüent konumunun bağlanma afinitesi üzerindeki kritik rolünü doğrulamaktadır.

Sonuç olarak, HOMO–LUMO enerji farkı, kimyasal sertlik, yumuşaklık, elektronegatiflik ve elektrofiliklik gibi kuantum kimyasal parametreler ile elde edilen teorik verilerin, moleküler kenetlenme ve deneysel sonuçlarla yüksek derecede uyum göstermesi, elektronik yapı temelli

yaklaşımların güvenilir ve öngörücü araçlar olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda, özellikle düşük ΔE, düşük η ve yüksek ω değerlerine sahip bileşiklerin antiviral etkinlik açısından daha avantajlı olduğu doğrulanmış olup, Elde edilen bulgular, çözücü ortam etkilerinin de dikkate alınmasıyla, yeni nesil M2 inhibitörlerinin tasarımında temel kriterler olarak kullanılabileceği ve gelecekteki deneysel çalışmalara güçlü bir teorik temel sunmaktadır.

KAYNAKLAR

Abdullahi, M., Shallangwa, G. A., & Uzairu, A. (2020). In silico QSAR and molecular docking simulation of some novel aryl sulfonamide derivatives as inhibitors of H5N1 influenza A virus subtype. Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences, 9, 2. https://doi.org/10.1186/s43088-019-0023-y

Alfalah, M. G. K., Abbar, A. H., & Kandemirli, F. (2025). Improving the corrosion behaviour of Zn-Ni alloy coatings on 316 SS from chloride-sulfate bath by addition of triethanolamine or sucrose. Journal of Electrochemical Science and Engineering, 15, 2607. https://doi.org/10.5599/jese.2607

AlFalah, M. G. K., Freigita, K. S. M., Yilmazer, M. I., Saracoglu, M., Kokbudak, Z., & Kandemirli, F. (2024). Corrosion inhibition potential of new oxo-pyrimidine derivative on mild steel in acidic solution: Experimental and theoretical approaches. Journal of Molecular Structure, 1315, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.138773

Chattaraj, P. K., & Maiti, B. (2001). Reactivity dynamics in atom−field interactions: A quantum fluid density functional study. The Journal of Physical Chemistry A, 105(1), 169-183. https://doi.org/10.1021/jp0019660

Cramer, C. J. (2004). Essentials of computational chemistry: Theories and models (2nd ed.). John Wiley & Sons.

De Clercq, E. (2006). Antiviral agents active against influenza A viruses. Nature Reviews Drug Discovery, 5(12), 1015–1025. https://doi.org/10.1038/nrd2175

Djenane, M., Chafaa, S., Chafai, N., Kerkour, R., & Hellal, A. (2019). Synthesis, spectral properties and corrosion inhibition efficiency of new ethyl hydrogen [(methoxyphenyl)(methylamino)methyl] phosphonate derivatives: Experimental and theoretical investigation. Journal of Molecular Structure, 1175, 398-413. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2018.07.087

Frisch, M. J., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., Scuseria, G. E., Robb, M. A., Cheeseman, J. R., Montgomery, J. A., Jr., Vreven, T., Kudin, K. N., Burant, J. C., Millam, J. M., Iyengar, S. S., Tomasi, J., Barone, V., Mennucci, B., Cossi, M., Scalmani, G., Rega, N., Petersson, G. A., … Pople, J. A. (2004). GaussView 3.0, Revision C.02 [Computer software]. Gaussian, Inc. https://gaussian.com/g03citation/

Frisch, M. J., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., Scuseria, G. E., Robb, M. A., Cheeseman, J. R., Scalmani, G., Barone, V., Petersson, G. A., Nakatsuji, H., Li, X., Caricato, M., Marenich, A., Bloino, J., Janesko, B. G., Gomperts, R., Mennucci, B., Hratchian, H. P., Ortiz, J. V., … Fox, D. J. (2016). Gaussian 09, Revision A.02 [Computer software]. Gaussian, Inc. https://gaussian.com/g09citation/

Gao, G., & Liang, C. (2007). Electrochemical and DFT studies of β-amino-alcohols as corrosion inhibitors for brass. Electrochimica Acta, 52(13), 4554-4559. https://doi.org/10.1016/j.electacta.2006.12.058

Geerlings, P., De Proft, F., & Langenaeker, W. (2003). Conceptual density functional theory. Chemical Reviews, 103(5), 1793–1874. https://doi.org/10.1021/cr990029p

Granese, S. L., Rosales, B. M., Oviedo, C., & Zerbino, J. O. (1992). The inhibition action of heterocyclic nitrogen organic-compounds on Fe and steel in HCl media. Corrosion Science, 33(9), 1439-1453. https://doi.org/10.1016/0010-938X(92)90182-3

Guo, L., Safi, Z. S., Kaya, S., Shi, W., Tüzün, B., Altunay, N., & Kaya, C. (2018). Anticorrosive effects of some thiophene derivatives against the corrosion of iron: A computational study. Frontiers in Chemistry, 6, 155. https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00155

Guo, L., Zhu, S., Zhang, S., He, Q., & Li, W. (2014). Theoretical studies of three triazole derivatives as corrosion inhibitors for mild steel in acidic medium. Corrosion Science, 87, 366-375. https://doi.org/10.1016/j.corsci.2014.06.040

Hasanov, R., Sadıkoğlu, M., & Bilgiç, S. (2007). Electrochemical and quantum chemical studies of some Schiff bases on the corrosion of steel in H_2SO_4 solution. Applied Surface Science, 253(8), 3913-3921. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2006.08.025
Hay, A. J., Wolstenholme, A. J., Skehel, J. J., & Smith, M. H. (1985). The molecular basis of the specific anti-influenza action of amantadine. The EMBO Journal, 4(11), 3021–3024. https://doi.org/10.1002/j.1460-2075.1985.tb04038.x
Leach, A. R. (2001). Molecular modelling: Principles and applications (2nd ed.). Prentice Hall.
Lu, Y., Wang, Y., & Zhu, W. (2010). Nonbonding interactions of organic halogens in biological systems. Physical Chemistry Chemical Physics, 12(18), 4543–4551. https://doi.org/10.1039/B923954A
Martinez, S. (2002). Inhibitory mechanism of mimosa tannin using molecular modelling and substitutional adsorption isotherms. Materials Chemistry and Physics, 77(1), 97-102. https://doi.org/10.1016/S0254-0584(01)00569-7
Mermer, A., Keleş, T., & Şirin, Y. (2021). Recent studies of nitrogen-containing heterocyclic compounds as novel antiviral agents: A review. Bioorganic Chemistry, 114, 105076. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2021.105076
Metrangolo, P., & Resnati, G. (2020). Halogen bonding: Fundamentals and applications. Chemistry – A European Journal, 26(65), 14860–14880. https://doi.org/10.1002/chem.202002300
Murulana, L. C., Singh, A. K., Shukla, S. K., Kabanda, M. M., & Ebenso, E. E. (2012). Experimental and quantum chemical studies of some bis(trifluoromethyl-sulfonyl) imide imidazolium-based ionic liquids as corrosion inhibitors for mild steel in hydrochloric acid solution. Industrial & Engineering Chemistry Research, 51(40), 13282-13299. https://doi.org/10.1021/ie300977d
Parr, R. G., & Yang, W. (1989). Density-functional theory of atoms and molecules. Oxford University Press.
Parr, R. G., Szentpály, L. V., & Liu, S. (1999). Electrophilicity index. Journal of the American Chemical Society, 121(9), 1922-1924. https://doi.org/10.1021/ja983494x
Pinto, L. H., & Lamb, R. A. (2006). The M2 proton channels of influenza A and B viruses. Journal of Biological Chemistry, 281(14), 8997–9000. https://doi.org/10.1074/jbc.R500020200
Popova, A., Christov, M., & Deligeorgiev, T. (2003). Influence of the molecular structure on the inhibitor properties of benzimidazole derivatives on mild steel corrosion in 1 M hydrochloric acid. Corrosion, 59(9), 756-764. https://doi.org/10.5006/1.3277604
Tanak, H., Ağar, A., & Yavuz, M. (2010). Experimental and quantum chemical calculational studies on 2-[(4-fluorophenylimino)methyl]-3,5-dimethoxyphenol. Journal of Molecular Modeling, 16(4), 577-587. https://doi.org/10.1007/s00894-009-0574-2
Tazouti, A., Galai, M., Touir, R., Touhami, M. E., Zarrouk, A., Ramli, Y., Saracoglu, M., Kaya, S., Kandemirli, F., & Kaya, C. (2016). Experimental and theoretical studies for mild steel corrosion inhibition in 1.0 M HCl by three new quinoxalinone derivatives. Journal of Molecular Liquids, 221, 815-832. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.03.083
Wazzan, N. A., Obot, I. B., & Kaya, S. (2016). Theoretical modelling and molecular level insights into the corrosion inhibition activity of 2-amino-1,3,4-thiadiazole and its 5-alkyl derivatives. Journal of Molecular Liquids, 221, 579-602. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.06.011
Wilcken, R., Zimmermann, M. O., Lange, A., Joerger, A. C., & Boeckler, F. M. (2013). Halogen bonding in medicinal chemistry. Journal of Medicinal Chemistry, 56(4), 1363–1388. https://doi.org/10.1021/jm3012068
World Health Organization. (2023). Avian influenza (H5N1). https://www.who.int/health-topics/influenza-avian-and-other-zoonotic

AI-DRIVEN INTEGRATED POVERTY MONITORING SYSTEM FOR PAKISTAN

MUHAMMAD FAISAL
Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University
ORCID: 0000-0002-5797-766X

ABSTRACT

In the era of Pakistan's social protection landscape is managed by multiple institutions including the Ministry of Poverty Alleviation and Social Safety (MoPASS), Benazir Income Support Programme (BISP), Pakistan Bait-ul-Mal (PBM), and Pakistan Poverty Alleviation Fund (PPAF). However, fragmented data systems limit real-time insights into poverty trends and program performance. This research proposes an AI-driven Integrated Poverty Monitoring System (IPMS) that consolidates data from NSER, PGEP, BISP, PBM, and PPAF into a unified digital platform. Using machine learning algorithms and predictive analytics, the system analyzes beneficiary data, socioeconomic indicators, and geographic vulnerability patterns to estimate updated poverty ratios across districts in Pakistan. The platform integrates real-time dashboards, automated reporting tools, and geospatial visualization to support policy decisions. The proposed architecture leverages cloud computing, data lakes, and API-based integration with government databases such as NADRA and NSER. AI-based anomaly detection ensures data integrity and reduces fraud in beneficiary records. This system enables policymakers to track poverty dynamics, monitor program outcomes, and align interventions with Sustainable Development Goals (SDGs). By combining AI and digital transformation strategies, Pakistan can establish a single evidence-based mechanism for real-time poverty monitoring and social protection management.

Keywords: Artificial Intelligence, Digital Governance, Poverty Monitoring, Social Protection Systems, NSER, Data Integration

THYROID HORMONE LEVELS AND THEIR ASSOCIATION WITH PLASMA ZINC LEVELS AMONG ADOLESCENT AFGHAN REFUGEES; A CROSS-SECTIONAL STUDY

Dr Saima Shaheen
Demonstrator Department of Biochemistry,Khyber Girls Medical College,Hayatabad, Peshawar.
Dr Nabila Sher
Professor Khyber Girls Medical College,Hayatabad, Peshawar

Abstract

Introduction: Thyroid hormones play an important role in the development and maintenance of nearly all tissues. In Pakistan, hypothyroidism and hyperthyroidism prevalence are 4.1% and 5.1%, respectively, and with increasing age, prevalence increases approximately to 10% in adults over 65 years of age. Malnutrition or nutritional deficiencies in the body can be the cause of thyroid disorders. Zinc (Zn) and copper (Cu), have important roles in regulating biological processes, maintaining normal thyroid function, and preventing thyroid diseases.

Objective: The objective of study was to find out levels of the thyroid hormones (TSH, T3 and T4) and its association with plasma zinc levels among adolescents Afghan refugees living in Peshawar, Pakistan.

Methodology:

Study design: Cross-sectional study

Study setting; It was conducted in the experimental Laboratory of Hayatabad Medical Complex, Hayatabad, Peshawar, Khyber Pakhtunkhwa (Pakistan) and University of Nottingham, England.

Subjects: A total of 206 adults from Khazana Afghan Refugee Camp, Peshawar were recruited and demographic details were done using a standard questionnaire.

Methods: We measured the patient's weight and height to calculate body mass index (BMI). Each participant blood sample was taken, so that many indicators could be measured. The concentrations of plasma zinc were measured by Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICPMS) ,and TSH, T3, and T4 were done by using cobas e 601 which is a completely automated analyzer that performs immunoassay analysis using electrochemiluminescence (ECL) technology.

Results: Gender was equally divided into 103 females and 103 males with age group of 10-14 was (65.5%) and 15-19 was (34.5%). According to results (99.0%) participants had normal TSH levels, (79.1%) of participants had normal T3 levels, while (78.6%) of participants had normal T4 levels. T3 and T4 was low in (10.7 and 18.4 %) respectively. Serum Zinc levels in majority (65%) of participants had normal zinc levels while 35% of the participants were found to be deficient in zinc. There was significant association between gender and age group p value

0.02. A significant association was found between the gender and T3 levels. Females had more ratio of increased T3 levels. There was significant association between gender and T4 levels. However there was no significant association between thyroid hormones Zinc and other parameters.

Conclusion: This non-significant study did not find a direct relationship between thyroid hormones and zinc levels, there is still evidence to suggest that maintaining adequate zinc levels may be important for proper thyroid function. Further research is needed to fully understand the relationship between these two factors. Keywords; malnutrition, hyperthyroidism, hypothyroidism

Keywords; malnutrition, hyperthyroidism, hypothyroidism

Registration number: 2019/KMU/ KGMC/MPhil/BIO/1

THE DOUBLE-EDGED SWORD OF PHAGE THERAPY: CLINICAL PROMISE VERSUS TRANSDUCTION-DRIVEN SPREAD OF VIRULENCE AND ANTIBIOTIC RESISTANCE

Nodar Sulashvili [1], Irina Imerlishvili [2], Maka Buleishvili [3], Archil Chirakadze [4], Nodar Mitagvaria [5], Vira Kravchenko [6], Marika Sulashvili [7], Nato Alavidze [8], Igor Seniuk [9], Nana Gorgaslidze [10], David Aphkhazava [11]

1. MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical and Pharmacological Sciences in Medicine, Invited Lecturer (Invited Professor) of Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University; Professor of Medical and Clinical Pharmacology of International School of Medicine at Alte University; Professor of Pharmacology of Faculty of Medicine at Georgian Teaching National University SEU; Associate Affiliated Professor of Medical Pharmacology of Faculty of Medicine at Sulkhan-Saba Orbeliani University; Associate Professor of Pharmacology of Pharmacy Program at Shota Meskhia Zugdidi State University; Associate Professor of Medical and Clinical Pharmacology at School of Medicine at David Aghmashenebeli University of Georgia; Associate Professor of Biochemistry and Pharmacology Direction at the University of Georgia, School of Health Sciences; Associate Professor of Pharmacology of Faculty of Medicine at East European University; Associate Professor of Pharmacology of Faculty of Dentistry and Pharmacy at Tbilisi Humanitarian Teaching University; Invited Professor of Pharmacology of Faculty of Medicine at Teaching University “Geomedi”; Invited Lecturer of Tbilisi State Medical University of Department of Clinical Pharmacology; Invited Professor of Medical and Clinical Pharmacology of Medical Faculty at BAU International University Batumi; Invited Professor of Medical and Clinical Pharmacology at Grigol Robakidze University; Invited Professor of Pharmacology of Faculty of Medicine at European University; Tbilisi, Georgia; https://orcid.org/0000-0002-9005-8577 E-mail: n.sulashvili@ug.edu.ge
2. PhD, Doctor of Law, Professor, Rector of BAU International University Batumi; Professor of BAU International University Batumi; Professor at the International Black Sea University, Batumi-Tbilisi, Georgia;
3. MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Professor, Dean of Faculty of Medicine of BAU International University Batumi, Professor of Faculty of Medicine at European University, Professor of Faculty of Medicine at Georgian National University SEU, Professor of Faculty of Medicine at Sulkhan-Saba Orbeliani University, Invited Professor of Faculty of Healthcare Sciences at East European University, Invited Professor of Faculty of Medicine at Caucasus International University, Invited Lecturer of Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia; https://orcid.org/0009-0004-2657-8473
4. PhD, Doctor of Physics, Professor, Georgian Technical University Institute "Techinform", Georgian Technical University Institute of Cybernetics; Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Institute of Physics, Tbilisi, Georgia;
5. Professor, Academician, National Academy of Sciences of Georgia; Ivane Beritashvili Center of Experimental Biomedicine, Tbilisi, Georgia;
6. MD, PhD, Doctor of Biological Sciences, Academician, Professor, Head of The Biological Chemistry Department at National University of Pharmacy of Ukraine, Kharkiv, Ukraine. https://orcid.org/0000-0001-6335-2490
7. MD, Doctor of Family Medicine, Invited Lecturer of Tbilisi State Medical University, Lecturer of Department of Molecular and Medical Genetics, Invited Professor of Biochemistry and Molecular and Medical Genetics at The University of Georgia. Tbilisi, Georgia. https://orcid.org/0000-0002-6338-4262
8. MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of Akaki Tsereteli State University, Faculty of Medicine, Department of Pharmacy, Kutaisi, Georgia. Professor, Dean Faculty of Medicine at East European University, Tbilisi, Georgia. https://orcid.org/0000-0001-6695-5924
9. PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Dean of faculty of Pharmacy at National University of Pharmacy of Ukraine, Associate Professor of Biological Chemistry Department at National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine. https://orcid.org/0000-0003-3819-7333

10. MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Academician, Professor of Tbilisi State Medical University, Head of The Department of Social and Clinical Pharmacy, Tbilisi, Georgia. https://orcid.org/0000-0002-4563-5224
11. PhD, Doctor of Biological Sciences, Professor of Biochemistry at Alte University, Professor of Biochemistry, University of Georgia, Professor of Biochemistry Georgian National University SEU, Invited Lecturer (Professor) of Biophysics and Microbiology, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6216-6477

Abstract

Background: Bacteriophages (phages) are increasingly reconsidered as precision antimicrobials, particularly against multidrug-resistant pathogens. Their host specificity, self-amplifying nature at infection sites, and potential activity against biofilms make them attractive alternatives or complements to antibiotics. However, phages are also major drivers of bacterial evolution through horizontal gene transfer (HGT), raising biosafety concerns when phages are applied therapeutically or released into complex ecosystems.

Aim: This article critically evaluates the advantages of bacteriophage use while emphasizing the mechanisms and real-world consequences of phage-mediated genetic exchange—especially generalized, specialized, and emerging modes of transduction—and the associated risk of disseminating antibiotic resistance genes and virulence determinants.

Key points: We summarize therapeutic benefits including targeted bacterial killing, potential synergy with antibiotics, and utility against biofilm-associated infections. In parallel, we highlight risks: (i) transduction of host DNA, enabling movement of resistance and fitness genes between strains; (ii) lysogenic conversion by temperate phages, which can introduce or regulate virulence traits; (iii) ecological perturbation of microbiomes; and (iv) evolutionary feedback loops, where bacterial resistance and phage adaptation alter treatment outcomes. Documented examples of phage-related virulence enhancement (e.g., prophage-encoded toxin genes) underscore that gene transfer is not a theoretical risk but a biologically established phenomenon.

Conclusion: Phage-based interventions should be assessed as evolutionary and genetic technologies, not only antimicrobials. We propose a risk-aware framework prioritizing strictly lytic phages, genome-based screening for undesirable genes and transduction potential, standardized manufacturing controls, and post-treatment surveillance to ensure efficacy without accelerating dissemination of pathogenic traits.

Keywords Bacteriophages; Phage therapy; Horizontal gene transfer (HGT); Transduction; Generalized transduction; Specialized transduction; Lysogenic conversion; Prophage; Virulence factors; Antibiotic resistance genes (ARGs); Microbiome safety; Biosafety.

Introduction

Bacteriophages (phages) are the most abundant biological entities on Earth and are central architects of microbial ecology and evolution. Their enormous population size and rapid turnover allow them to exert continuous selective pressure on bacteria, shaping community structure, nutrient cycling, and the genetic composition of microbial populations (Brüssow et al., 2004). From a biomedical perspective, renewed global concern about antimicrobial resistance has pushed phages back into the spotlight as potential therapeutic agents, particularly for infections caused by multidrug-resistant organisms and for chronic biofilm-associated disease (Lin et al., 2017). Phage therapy is often presented as a "precision" antibacterial approach because many phages display narrow host ranges, replicate at the site of infection, and can reduce bacterial density without the broad collateral microbiome disruption typical of many antibiotics (Lin et al., 2017). Yet these same biological properties—viral replication in bacterial hosts, intimate interactions with bacterial chromosomes, and evolutionary adaptability—also mean that phages cannot be evaluated solely as bactericidal agents. They are also mobile genetic platforms with the capacity to move DNA between bacteria and to alter bacterial phenotype in ways that may be clinically undesirable (Doub, 2021).

The central biosafety concern is that phages drive horizontal gene transfer (HGT), particularly through transduction, and thereby may disseminate antibiotic resistance genes, virulence factors, and fitness determinants in microbial communities (Doub, 2021). Transduction occurs when phage particles package bacterial DNA and deliver it to another bacterium, allowing genetic exchange even between strains that are not closely related. Multiple forms of transduction exist, including generalized and specialized transduction; more recently appreciated mechanisms such as lateral transduction can transfer large chromosomal segments at relatively high frequencies under certain conditions (Chiang et al., 2019). These events are not rare curiosities in evolutionary history; rather, they represent ongoing processes that can rapidly remodel genomes and accelerate bacterial adaptation, especially under strong selective pressure such as antibiotic exposure or within dense microbial communities like biofilms and the gut (Brüssow et al., 2004).

Beyond transduction, temperate phages (those capable of lysogeny) can integrate into bacterial genomes as prophages and change host behavior through lysogenic conversion. Prophage-encoded or prophage-regulated traits include toxins, immune evasion factors, adhesion determinants, and biofilm-related functions, and these traits have contributed to the emergence of epidemic pathogenic clones in multiple species (Fortier and Sekulovic, 2013). This dual

nature creates a fundamental tension: phages can be exploited to kill bacteria, but they can also unintentionally equip bacteria with new traits, including traits that worsen disease severity or complicate therapy. Any modern introduction to phage applications must therefore balance therapeutic promise with evolutionary risk, recognizing phage therapy as an intervention that may reshape microbial genetics as much as it reduces bacterial load (Rice, 2008).

The current resurgence of interest in phage therapy is occurring against the backdrop of diminishing antibiotic effectiveness and a relatively sparse pipeline of new antibacterial drugs (Lin et al., 2017). Clinically, phages are being explored most intensely for scenarios where conventional therapy fails: multidrug-resistant infections, device-associated infections, and chronic biofilm infections in which bacterial cells enter physiological states that reduce antibiotic susceptibility (Doub, 2021). In vitro and animal studies often highlight phage advantages, including self-amplification at the infection site, ability to penetrate or enzymatically disrupt biofilm matrices, and potential synergy with antibiotics ("phage–antibiotic synergy"), where combined treatment can outperform either agent alone (Lin et al., 2017). These attributes have encouraged compassionate-use applications and early-stage trials, and they have stimulated interest in engineered phages and phage-derived enzymes (e.g., endolysins) as therapeutic modalities (Lin et al., 2017).

However, the therapeutic narrative can obscure a key biological reality: phage therapy introduces replicating entities into environments where bacteria are not isolated targets but members of complex, interacting populations. In vivo infections are frequently heterogeneous, containing multiple strains of the same species and sometimes multiple species. In such settings, phage exposure can create ecological and evolutionary ripple effects, including selection for phage-resistant mutants, shifts in population structure, and—critically—enhanced opportunities for gene exchange (Doub, 2021). Resistance itself may not be a simple downside; in some cases, phage resistance can trade off with bacterial virulence or restore antibiotic susceptibility. Yet resistance evolution also forces iterative adaptation of therapeutic cocktails and raises the risk that selection pressures will favor variants with unexpected clinical behavior (Lin et al., 2017).

The most consequential "hidden" hazard is that phage treatment may catalyze the movement of clinically relevant genes. Generalized transduction can occur when errors in phage DNA packaging lead to incorporation of host DNA fragments into phage capsids. Those particles can then inject bacterial DNA into new recipient cells, where recombination or plasmid reconstitution can occur (Doub, 2021). Specialized transduction can occur when prophages

excise imprecisely and carry adjacent bacterial genes with them; lateral transduction can mobilize even larger chromosomal segments at comparatively high frequencies in some systems (Chiang et al., 2019). These pathways mean that even “good” outcomes—substantial phage replication and bacterial lysis—can paradoxically increase the number of transducing particles produced during therapy, especially if the selected phages or manufacturing processes allow measurable packaging of bacterial DNA (Doub, 2021).

In addition to gene movement mediated directly by therapeutic phages, clinical production pipelines can introduce risk via contaminants. When therapeutic phages are propagated on bacterial hosts, resident prophages, pathogenicity islands, and toxin-encoding elements may be induced or co-purified, creating preparations that include biologically active components beyond the intended lytic phage (Doub, 2021). Thus, safe clinical translation requires not only proving bacterial killing but also demonstrating genetic and molecular safety—screening for transduction capacity, excluding temperate behavior, and minimizing contaminating mobile elements that could worsen patient outcomes or increase the pathogenic potential of surviving bacteria.

Understanding why phage use can be dangerous requires viewing phages as evolutionary agents. In natural systems, bacteriophages are major contributors to bacterial diversification and niche adaptation. Prophages—integrated phage genomes in bacterial chromosomes—are pervasive across bacterial pathogens and commensals, often comprising substantial portions of strain-specific genetic content (Fortier and Sekulovic, 2013). This matters because prophages do not merely “sit” in genomes: they can encode genes that directly enhance virulence, modulate host gene regulation, and alter phenotypes such as toxin production, adhesion, immune evasion, sporulation, and biofilm formation (Fortier and Sekulovic, 2013). The phenomenon of lysogenic conversion illustrates how acquisition of a prophage can transform an otherwise less harmful bacterium into a more virulent one. Historical and contemporary examples include prophage-encoded toxins and effector proteins that have contributed to epidemic lineages in multiple bacterial species (Fortier and Sekulovic, 2013).

For phage therapeutics, the implication is straightforward: any strategy that introduces temperate phages—or that unintentionally mobilizes prophages—can unintentionally shift the virulence landscape of an infection. Consequently, modern phage therapy typically prefers strictly lytic phages. Yet the boundary between “safe lytic killer” and “genetic remodeler” is not always absolute. Even virulent phages can participate in genetic exchange, and recombination between infecting phages and resident prophages has been documented as a

mechanism for rapid phage evolution and adaptation (Fortier and Sekulovic, 2013). Under selective pressures, phage genomes can acquire new modules, potentially altering host range or regulatory properties. In principle, this raises concerns that therapeutic phages deployed at scale could evolve in situ, particularly in environments where bacteria harbor multiple prophages and mobile elements (Fortier and Sekulovic, 2013).

Transduction is the clearest mechanism linking phage use to gene spread. Generalized transduction results from imperfect DNA packaging during the lytic cycle; specialized and lateral transduction are tied to prophage behavior and can transfer genes adjacent to the integration site or large chromosomal regions, respectively (Doub, 2021; Chiang et al., 2019). Clinically, the feared cargo includes antibiotic resistance genes, biofilm-associated determinants, and virulence-associated loci. From a risk perspective, it is not necessary that every phage particle transduce DNA; rather, the concern is that therapy creates conditions—high phage replication, repeated dosing, dense bacterial populations—where low-probability events become plausible at clinically meaningful scales (Doub, 2021).

A second layer of hazard is molecular contamination. Phage preparations are commonly assessed for sterility and endotoxins, but additional contaminants may be present depending on propagation hosts and purification methods. These can include induced prophages, pathogenicity islands, bacterial DNA, and protein toxins (Doub, 2021). Importantly, such contaminants are not just regulatory inconveniences: they may have inflammatory consequences for the patient and may amplify gene-transfer opportunities if mobile genetic elements are present in viable form. Therefore, a comprehensive introduction to phage applications must integrate evolutionary microbiology with translational safety, emphasizing that phages are both therapeutics and potential vectors of genetic change.

The risk–benefit calculus of phage therapy is complicated by the environments in which therapy is most needed. Chronic infections—osteomyelitis, prosthetic joint infections, chronic wounds, cystic fibrosis airway infections—often involve biofilms and spatially structured bacterial communities. These settings are characterized by high cell density, abundant extracellular DNA, strong selection pressures from antibiotics, and the coexistence of multiple lineages. Such conditions are fertile ground for horizontal gene transfer and for the maintenance of prophages and other mobile genetic elements (Doub, 2021). Biofilms also create gradients in oxygen, nutrients, and growth rate that can alter the physiology of both bacteria and phages, influencing replication dynamics, burst size, and the emergence of resistant subpopulations (Lin et al., 2017).

From an efficacy standpoint, phages can be advantageous in biofilms because some phages encode depolymerases or other functions that help access bacteria embedded in extracellular polymeric substances. Additionally, phages can act as “auto-dosing” agents: replication increases where the target bacteria are concentrated (Lin et al., 2017). Yet from a biosafety standpoint, precisely this amplification is concerning. High levels of phage replication can increase the absolute number of particles capable of packaging host DNA. If generalized transduction occurs even at low rates, a high burst size and repeated replication cycles can generate a nontrivial number of transducing particles over time (Doub, 2021). When therapy is administered repeatedly, especially intravenously or over prolonged periods, opportunities for phage–bacteria encounters multiply, raising questions about the net probability of resistance-gene movement in vivo (Doub, 2021).

In addition, antibiotics themselves can modulate prophage induction and mobility. Many prophages are induced by stress responses such as the SOS response triggered by DNA damage; some antibiotics can promote prophage induction, which may increase toxin expression (where toxins are phage-regulated) and enhance phage-mediated gene transfer (Fortier and Sekulovic, 2013). This introduces a complex interaction: phage therapy is often proposed in combination with antibiotics for synergy, but antibiotic exposure may simultaneously increase the mobilization of prophage-associated genes and the dynamics of transduction. Thus, combination therapy must be designed not only for bactericidal efficacy but also for genetic containment (Fortier and Sekulovic, 2013; Doub, 2021).

Another underappreciated consideration is host range. While phages are often described as highly specific, host ranges vary; some phages infect multiple strains and occasionally related species, depending on receptor conservation and environmental conditions (Lin et al., 2017). In mixed infections, a phage could interact with non-target members of the community that share receptors, creating additional routes for gene movement. Even if those non-target bacteria are not causing disease, they can serve as reservoirs or intermediates for resistance and virulence genes. Therefore, the same property that can make phages precise tools—receptor-driven targeting—also creates a need for rigorous mapping of host range and careful selection of therapeutic phages to minimize unintended ecological effects (Lin et al., 2017).

Ultimately, these considerations argue that phage therapy should be approached as a controlled ecological intervention. The introduction must set the stage for evaluating not only clinical endpoints (bacterial clearance, symptom improvement) but also evolutionary endpoints

(emergence of resistance, gene movement, virulence shifts), because the latter can influence both individual outcomes and population-level risk.

A rigorous introduction should also clarify that phage-associated gene transfer is not a fringe concern but a foundational principle of bacterial evolution. Phage-mediated movement of genetic material has contributed to the emergence of major pathogens and to the diversification of virulence repertoires across lineages (Fortier and Sekulovic, 2013). In therapeutic contexts, this is particularly salient because clinical isolates often harbor multiple prophages and other mobile genetic elements, and these elements may encode toxins, superantigens, immune modulators, or determinants that enhance colonization (Fortier and Sekulovic, 2013). Therefore, even if a therapeutic phage is strictly lytic and genome-screened, the target bacterial population itself may function as a reservoir of inducible prophages that can be activated during infection or treatment, adding a layer of uncertainty (Torres-Barcelo, 2016).

Manufacturing considerations connect directly to this evolutionary picture. Therapeutic phages must be amplified in bacterial hosts to obtain usable titers. If the propagation host contains prophages, pathogenicity islands, or toxin genes, stress during culture can induce these elements and lead to their co-purification with the intended phage product (Doub, 2021). While standard quality testing often focuses on sterility and endotoxin levels, other clinically relevant contaminants may not be routinely quantified, including secreted toxins and mobile DNA. This has practical implications for patient safety (inflammatory reactions, unexpected toxicity) and for gene-transfer risk (introduction of active mobile elements). Thus, the introduction should frame product purity not as a technical afterthought but as a core biosafety dimension of phage therapeutics (Doub, 2021).

The field has responded by proposing mitigation strategies: prefer well-characterized, strictly lytic phages; avoid propagation hosts with known toxin or prophage burdens; use genomic screening to exclude known virulence and resistance genes; and develop assays to estimate generalized transduction potential (Doub, 2021). Still, standardization remains uneven across laboratories and clinical programs, and regulatory frameworks are evolving. In this context, it becomes essential to emphasize that “natural” does not mean “risk-free.” Phages are natural, but so are toxin-encoding prophages, resistance gene mobilization, and rapid evolutionary adaptation. The naturalness argument cannot substitute for mechanistic evaluation and controlled risk management (Fortier and Sekulovic, 2013).

At the same time, an introduction should avoid a one-sided narrative of hazard. Phage-based approaches may reduce antibiotic exposure, selectively remove pathogens, and potentially

decrease selection pressure for broad antibiotic resistance in some settings (Lin et al., 2017). Phage-derived proteins (endolysins and engineered variants) may offer antibacterial activity without introducing replicating viral genomes, potentially lowering some gene-transfer concerns—though they raise their own questions regarding immunogenicity, delivery, and resistance evolution (Lin et al., 2017). Therefore, the introduction should position the field as one of managed trade-offs: phages offer distinctive advantages, but their use entails distinctive risks that arise from their biology as viruses of bacteria and from their evolutionary roles in microbial ecosystems.

This balanced framing motivates the central aim of the article: to evaluate phage applications with explicit attention to gene transfer mechanisms, the circumstances under which they become clinically meaningful, and the practical strategies available to harness benefits while containing evolutionary harm.

Because phage therapy sits at the intersection of microbiology, evolutionary biology, and clinical medicine, its evaluation requires a vocabulary that bridges disciplines. In clinical discussions, phages are sometimes implicitly treated like "living antibiotics." This analogy is partially helpful—both can reduce bacterial burdens—but it can be misleading if it downplays critical differences: phages replicate, evolve, and interact genetically with their targets (Doub, 2021). Where an antibiotic molecule does not carry genes, a phage particle is itself genetic material and participates in genetic exchange. This is why the gene-transfer issue is not merely a manufacturing issue or a rare adverse event; it is inherent to the therapeutic agent class (Fortier and Sekulovic, 2013).

Risk is also shaped by how phages are used. Delivery route, dosing frequency, and the spatial context of infection can influence phage–bacteria encounter rates and thus the probability of genetic exchange. For example, direct instillation into a debrided site (e.g., a joint space or wound) might create very high local phage concentrations relative to bacterial density, potentially producing rapid killing while narrowing the time window for extensive evolutionary responses. Conversely, prolonged systemic dosing could create prolonged exposure windows in which bacteria and phages coexist at densities that facilitate selection and genetic exchange (Doub, 2021). While in vivo multiplicity of infection is difficult to quantify, the conceptual point remains: therapy design affects not only efficacy but also evolutionary "opportunity" (Doub, 2021).

Furthermore, risk is not limited to the target pathogen. Phages and bacteria exist within host-associated microbiomes. Even if a phage is selected for a pathogen, shared receptors or close

phylogenetic relationships among commensals can permit off-target interactions. This matters because commensal bacteria can serve as long-term reservoirs for resistance genes and can exchange genes with pathogens, including via phage-mediated mechanisms. Therefore, phage therapy must be evaluated not only at the infection site but within the broader microbial ecosystem of the patient (Lin et al., 2017).

A comprehensive introduction should also set expectations about uncertainty. Clinical evidence for phage therapy efficacy is still developing, and outcomes vary across trials due to differences in phage selection, dosing, manufacturing, and infection contexts. Uncertainty is amplified by the evolutionary dynamism of phage–bacteria interactions: a phage that is effective in vitro may underperform in vivo due to immune clearance, biofilm architecture, physiological constraints, or rapid emergence of resistance. Conversely, in some cases, resistance evolution can create clinically favorable trade-offs (e.g., reduced virulence or restored antibiotic sensitivity), but these outcomes cannot be assumed (Lu et al., 2007). This unpredictability reinforces the need for monitoring and adaptive strategies.

Thus, the introduction should motivate why a dedicated focus on danger—especially gene transfer—is scientifically justified. The risk that therapeutic phages may contribute to dissemination of antibiotic resistance genes or virulence factors is particularly concerning because it touches on public health externalities: even a rare event in a single patient, if scaled to widespread use, could influence the genetic landscape of bacterial populations (Doub, 2021). For that reason, evaluating phage therapy requires the same seriousness applied to other biological interventions that can replicate, evolve, and spread.

In summary, the field must move beyond the simplistic framing of phages as “natural antibacterials.” A more accurate framing is that phage therapy is a powerful but evolutionarily active technology, requiring safety-by-design principles, rigorous screening and manufacturing controls, and a clinical mindset that anticipates genetic as well as microbiological consequences. This sets the foundation for the subsequent sections of the article, which examine mechanisms, evidence, and mitigation strategies in detail.

The overarching goal of this review is to present bacteriophages in their full duality: as promising tools for combating difficult bacterial infections and as potential accelerants of microbial evolution through gene mobilization. The introduction therefore culminates in a guiding thesis: phage applications should be assessed not only by their immediate antibacterial performance but also by their capacity to redistribute genetic information in bacterial communities, including genes that encode antibiotic resistance, virulence, and enhanced

persistence (Doub, 2021). This thesis has practical implications for research design, product development, and clinical protocols.

First, it implies that "phage selection" must include safety metrics. Therapeutic programs commonly prioritize host range, lytic activity, stability, and manufacturing feasibility. Equally important should be evaluation of transduction potential, avoidance of temperate phages, genome screening for lysogeny modules and known undesirable genes, and assessment of whether phage replication dynamics are likely to generate transducing particles (Doub, 2021). In addition, because bacteria frequently carry prophages and pathogenicity islands, selecting phages cannot fully eliminate gene-transfer risk; it can only reduce risks that originate from the therapeutic phage itself, while broader mitigation may require considering the infection ecology and concomitant treatments (Fortier and Sekulovic, 2013).

Second, the thesis implies that manufacturing and quality control are part of clinical ethics. If phage preparations can contain biologically active contaminants beyond endotoxins—such as induced prophages, toxin proteins, or mobile genetic elements—then adequate characterization becomes essential for informed consent and for patient safety (Nanda et al., 2015). This is especially relevant because many phage-therapy cases involve compassionate use in severe disease, where patients may accept higher uncertainty. That acceptance does not reduce the responsibility to define and minimize preventable risks.

Third, the thesis implies that phage therapy is inseparable from surveillance. Because phage–bacteria interactions evolve during treatment, monitoring should include not only clinical response but microbiological and genetic endpoints: emergence of phage resistance, shifts in antibiotic susceptibility, and (where feasible) genomic signals of gene acquisition or rearrangement in surviving isolates. This is not merely academic. If treatment unintentionally selects for or generates variants with increased virulence or resistance, the consequences could include relapse, transmission to others, or future treatment failure. Conversely, if resistance evolution creates favorable trade-offs, recognizing and leveraging those changes could improve therapeutic strategies (Lin et al., 2017).

Finally, this thesis encourages careful comparison to alternatives. Antibiotics also drive resistance evolution and can promote HGT indirectly by selecting for mobile elements and by stressing bacteria. Phages are not uniquely "dangerous" in an absolute sense; rather, they are dangerous in distinctive ways, because they directly participate in gene movement and can act as vectors of DNA. The relevant question is therefore comparative and contextual: in which

clinical situations do the benefits outweigh these additional risks, and what design principles can reduce those risks to acceptable levels? (Doub, 2021; Lin et al., 2017).

Materials and Methods

Study design and reporting framework

This work was designed as a narrative review with a methods-driven, biosafety-focused synthesis. The objective was to summarize (i) therapeutic advantages of bacteriophages and phage-derived antimicrobials and (ii) mechanisms and evidence for risks, with emphasis on horizontal gene transfer (HGT) via generalized, specialized, and lateral transduction, lysogenic conversion, and manufacturing-related contamination of phage preparations. The structure and terminology for transduction mechanisms and clinical risk concepts followed contemporary discussions in the phage-therapy safety literature (Mattila et al., 2015).

Data sources

Eligible sources were identified from: Peer-reviewed review articles and perspectives addressing phage therapy safety, contaminants, and transduction risk (used to define risk categories, mitigation strategies, and clinically relevant examples) (Doub et al., 2021).

review literature on prophages and lysogenic conversion as drivers of virulence and bacterial evolution (used to define virulence-factor acquisition pathways and prophage-linked phenotypes) (Fortier and Sekulovic, 2013).

broad phage-therapy background reviews describing historical development, proposed advantages, and implementation challenges (used to frame advantages, delivery constraints, and clinical translation issues) (Lin et al., 2017).

Search strategy (literature identification)

A structured search strategy was applied iteratively to capture both “benefit” and “risk” domains. Search strings combined controlled terms and free-text keywords including: phage therapy, bacteriophage therapeutics, horizontal gene transfer, generalized transduction, specialized transduction, lateral transduction, lysogenic conversion, prophage induction, pathogenicity islands, virulence factors, antibiotic resistance genes, manufacturing contaminants, endotoxin, and exotoxin contamination. The search was expanded by screening reference lists of the core reviews/perspectives to identify additional primary studies and mechanistic papers cited as key evidence for HGT pathways and prophage-mediated virulence (Doub et al., 2021; Fortier and Sekulovic, 2013).

Eligibility criteria

Studies and reviews were included if they met at least one of the following criteria: A) described mechanisms of phage-mediated HGT (generalized/specialized/lateral transduction) or prophage-linked gene mobilization relevant to clinical or ecological risk; B) provided clinical or translational discussion of phage therapy advantages (e.g., host specificity, biofilm activity, synergy with antibiotics), limitations (e.g., resistance, immune neutralization), or implementation barriers; C) addressed biosafety and product-quality issues such as prophage/pathogenicity island contamination, toxin carryover, or testing/mitigation strategies for therapeutic preparations.

Exclusion criteria were: non-bacteriophage antimicrobials without a phage component; purely technical virology studies without relevance to gene transfer, virulence, resistance, therapy, or product safety; and non-scholarly sources that did not provide traceable scientific support.

Data extraction

From each included source, the following data elements were extracted into a standardized evidence table (constructed during drafting):

Therapeutic advantage claims (e.g., specificity, self-amplification, biofilm penetration, synergy) and the context in which they were supported;

Risk mechanisms: definitions and enabling conditions for generalized, specialized, and lateral transduction; prophage induction triggers; lysogenic conversion mechanisms;

Risk outcomes: examples of virulence factor association with prophages, antibiotic-resistance gene mobilization, and clinical relevance;

Mitigation strategies: recommendations for selecting strictly lytic phages, genome-based screening, manufacturing host choice, and contaminant testing (Doub et al., 2021; Fortier and Sekulovic, 2013).

Risk-of-bias / quality considerations

Because this article synthesizes mechanistic microbiology with translational considerations, evidence was stratified conceptually rather than scored with a single clinical risk-of-bias tool. Mechanistic assertions (e.g., transduction pathways; prophage roles in virulence regulation) were treated as higher confidence when they were supported by convergent evidence across multiple reviews and when they were linked to well-established genetic principles (Fortier and Sekulovic, 2013). Clinical claims about efficacy and implementation were interpreted cautiously due to heterogeneity in protocols, patient populations, dosing routes, and endpoints described in the phage-therapy literature (Lin et al., 2017).

Data synthesis and manuscript workflow

A qualitative thematic synthesis approach was used. Extracted evidence was organized into four analytic modules:

Advantages (when and why phages can outperform or complement antibiotics),

Mechanisms of danger (HGT/transduction, lysogenic conversion, prophage activation, and evolutionary feedback),

Manufacturing and product safety (contaminants beyond endotoxin and recommended screening concepts),

Risk mitigation (selection, testing, dosing/route considerations, and monitoring).

Within each module, findings were summarized as: (i) mechanism description, (ii) conditions that increase likelihood, (iii) plausible clinical consequences, and (iv) mitigation options—mirroring the risk framing used in phage-therapy safety perspectives (Doub et al., 2021).

RESEARCH AND FINDINGS

Results

The present analysis examined the dual biological and clinical implications of bacteriophage therapy, focusing particularly on the balance between its therapeutic antimicrobial potential and the possible risks associated with phage-mediated horizontal gene transfer. The results synthesize current experimental findings, clinical observations, and molecular microbiological evidence related to bacteriophage–bacteria interactions, therapeutic efficacy, and genomic mobility within microbial populations. Overall, the collected evidence highlights that bacteriophage therapy demonstrates considerable promise as an alternative or complementary approach to antibiotic treatment, while simultaneously underscoring the necessity of rigorous genomic and biosafety evaluation of therapeutic phages.

One of the most significant findings emerging from the available literature and experimental investigations is the remarkable antibacterial efficacy of strictly lytic bacteriophages against a wide spectrum of clinically relevant bacterial pathogens. In vitro experiments consistently demonstrate that bacteriophages exhibit highly efficient bacteriolytic activity against multidrug-resistant bacterial strains, including those belonging to the genera *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Klebsiella*, and *Escherichia*. Bacterial reduction levels frequently exceed several orders of magnitude within a short time frame following phage exposure. Such results are particularly evident in controlled laboratory experiments where phage–host specificity allows targeted destruction of pathogenic bacterial populations without significantly affecting commensal microbial communities. The capacity of bacteriophages to replicate within

bacterial cells also contributes to their self-amplifying therapeutic potential, allowing phage populations to expand directly at infection sites and maintain antibacterial activity over extended periods.

Another major observation concerns the ability of bacteriophages to disrupt bacterial biofilms, which represent one of the most challenging obstacles in the treatment of chronic infections. Biofilms provide structural protection to bacterial communities and substantially increase resistance to antibiotics and host immune responses. Experimental studies reveal that bacteriophages are capable of penetrating biofilm matrices and lysing bacterial cells embedded within these structures. This activity is partly attributed to phage-encoded depolymerase enzymes that degrade extracellular polymeric substances, facilitating deeper phage penetration into biofilm layers. In several experimental models, bacteriophage treatment resulted in substantial biofilm biomass reduction and increased bacterial susceptibility to antimicrobial agents. These findings support the growing concept of phage therapy as an effective strategy for managing biofilm-associated infections such as chronic wound infections, prosthetic joint infections, and catheter-related bacterial colonization.

Clinical observations from compassionate-use programs and early clinical trials further reinforce the therapeutic potential of bacteriophage therapy. In numerous documented cases involving patients with infections refractory to conventional antibiotics, personalized phage therapy has resulted in significant clinical improvement and bacterial clearance. These clinical outcomes are particularly notable in cases involving multidrug-resistant bacterial pathogens where conventional treatment options were exhausted. Reports describe successful phage-based interventions in infections caused by *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, and *Mycobacterium abscessus*, among others. Although these cases often involve individualized treatment protocols and limited patient cohorts, they provide important proof-of-concept evidence supporting the feasibility of therapeutic phage application in modern clinical settings.

Despite these encouraging therapeutic outcomes, the results also highlight important microbiological risks associated with bacteriophage-mediated genetic exchange. Bacteriophages are well-known drivers of horizontal gene transfer in bacterial populations, primarily through the mechanisms of generalized transduction, specialized transduction, and lateral transduction. Experimental studies demonstrate that during the phage replication cycle, fragments of bacterial DNA may occasionally be packaged into newly formed phage particles and subsequently transferred to other bacterial cells. This process can facilitate the dissemination of antibiotic resistance genes, virulence determinants, and metabolic pathways

across bacterial populations. Although such events occur relatively infrequently compared with phage-mediated bacterial lysis, their cumulative evolutionary impact can be substantial in environments with high bacterial density and strong selective pressures.

Particularly noteworthy among the results is the observation that temperate bacteriophages are significantly more likely to mediate horizontal gene transfer than strictly lytic phages. Temperate phages are capable of integrating into bacterial genomes as prophages, thereby establishing lysogenic relationships with their hosts. During lysogeny, prophages may carry and express genes that alter bacterial phenotype, including virulence factors, toxin genes, and antibiotic resistance determinants. In contrast, strictly lytic phages do not integrate into host genomes and instead immediately initiate bacterial lysis following infection. Consequently, the selection of strictly lytic phages for therapeutic use is widely regarded as a key biosafety strategy to minimize the risk of phage-mediated genetic dissemination.

Genomic analyses of therapeutic phage candidates further reveal the importance of comprehensive genomic screening prior to clinical application. Whole-genome sequencing studies have identified that certain bacteriophages may harbor genes encoding toxins, integrases, recombinases, or other genetic elements associated with bacterial pathogenicity. The presence of such genes in therapeutic phage preparations could theoretically contribute to the spread of virulence traits within bacterial populations. As a result, modern phage therapy development increasingly incorporates genomic characterization pipelines designed to exclude phages containing undesirable genetic features. Bioinformatic tools allow rapid identification of potential virulence-associated genes and antibiotic resistance determinants, thereby improving the safety profile of candidate phages.

Another important observation emerging from the results concerns the phenomenon of phage–antibiotic synergy. Several experimental investigations demonstrate that bacteriophages and antibiotics can act synergistically to enhance bacterial eradication. In certain cases, exposure to sublethal concentrations of antibiotics increases bacterial susceptibility to phage infection by altering cell surface receptors or physiological states. Conversely, phage-induced bacterial stress responses may increase the permeability of bacterial membranes, thereby enhancing antibiotic penetration. This synergistic interaction has been shown to improve bacterial clearance in both in vitro and in vivo infection models, suggesting that combination therapy involving bacteriophages and antibiotics may represent a highly effective strategy for managing multidrug-resistant infections.

Furthermore, the results highlight the growing importance of personalized or precision-based phage therapy. Due to the high specificity of bacteriophage–host interactions, therapeutic phages must often be matched to the bacterial pathogen isolated from an individual patient. Advances in rapid bacterial diagnostics and phage susceptibility testing have made it possible to design customized phage cocktails tailored to specific infections. In several documented clinical cases, individualized phage formulations were assembled within a relatively short timeframe and administered to patients suffering from severe antibiotic-resistant infections. The success of such approaches underscores the potential of precision phage therapy as a component of personalized medicine.

In addition to therapeutic efficacy, the results emphasize the need for robust biosafety and regulatory frameworks governing phage therapy development and clinical implementation. Current regulatory systems in many countries are primarily designed for conventional pharmaceuticals and may not fully accommodate the unique biological properties of bacteriophages. Unlike chemically defined drugs, bacteriophages are self-replicating biological entities capable of evolving alongside bacterial populations. Consequently, regulatory guidelines must address issues such as phage genomic stability, manufacturing consistency, quality control, and post-treatment ecological monitoring. Several research groups and international organizations have begun to develop frameworks aimed at standardizing phage therapy production and evaluation, but further regulatory harmonization remains necessary for widespread clinical adoption.

Another important finding concerns the ecological impact of phage therapy within microbial communities. Bacteriophages play a central role in shaping bacterial population dynamics in natural ecosystems, including the human microbiome. Therapeutic phage administration may therefore influence microbial community composition beyond the targeted pathogenic species. Some studies suggest that phage therapy may exert relatively limited disruption to commensal microbiota compared with broad-spectrum antibiotics due to its host specificity. However, further research is required to fully understand the long-term ecological consequences of therapeutic phage exposure within complex microbial ecosystems such as the gastrointestinal tract, respiratory system, and skin microbiome.

Taken together, the results demonstrate that bacteriophage therapy represents a biologically powerful and clinically promising antimicrobial strategy with significant potential to address the global challenge of antibiotic resistance. The ability of bacteriophages to selectively target pathogenic bacteria, disrupt biofilms, and synergize with existing antimicrobial agents provides

strong evidence supporting their therapeutic utility. At the same time, the inherent capacity of bacteriophages to facilitate horizontal gene transfer highlights the necessity of carefully designed safety measures, including genomic screening, selection of strictly lytic phages, and rigorous clinical monitoring.

The collected evidence indicates that the successful integration of bacteriophage therapy into modern clinical practice will depend on achieving a careful balance between maximizing antibacterial efficacy and minimizing evolutionary and ecological risks. Continued advances in microbial genomics, synthetic biology, phage engineering, and precision medicine are expected to play a crucial role in optimizing therapeutic phage design and ensuring safe clinical application. As research in this field progresses, bacteriophage therapy may ultimately emerge as a central component of next-generation antimicrobial strategies aimed at combating the growing threat of multidrug-resistant bacterial infections.

The expanding body of scientific evidence concerning bacteriophage therapy has revealed a multifaceted set of outcomes that extend beyond the immediate bactericidal activity of phages. In addition to their direct antimicrobial effects, bacteriophages influence bacterial population dynamics, genetic exchange processes, microbial ecology, and therapeutic outcomes in complex ways. The extended results presented here synthesize findings from experimental microbiology, clinical observations, genomic analyses, and emerging translational studies to further elucidate the biological and therapeutic consequences of phage application. These findings collectively demonstrate that while bacteriophage therapy offers considerable promise in the fight against antimicrobial resistance, it must be implemented with careful consideration of microbial evolutionary processes and biosafety implications.

A key observation emerging from recent investigations is the remarkable adaptability of bacteriophages in response to bacterial resistance mechanisms. Just as bacteria evolve resistance to antibiotics through mutation, efflux systems, and enzymatic degradation, bacterial populations can develop resistance to bacteriophages through several mechanisms. These mechanisms include modification or loss of phage receptors on bacterial cell surfaces, restriction-modification systems that degrade invading phage DNA, and CRISPR–Cas immune systems that provide adaptive immunity against phage infection. However, unlike conventional antibiotics, bacteriophages themselves possess the capacity for rapid evolutionary adaptation. Experimental co-evolution studies demonstrate that phages can rapidly evolve counter-adaptations that restore infectivity against resistant bacterial strains. This dynamic evolutionary interplay between phages and bacteria creates a continuously shifting therapeutic landscape that

may ultimately benefit clinical outcomes. The ability of bacteriophages to co-evolve alongside bacterial pathogens provides an important advantage over static antimicrobial drugs, which typically lose efficacy once resistance mechanisms become widespread.

Another important result emerging from laboratory studies concerns the population-level effects of phage therapy on bacterial communities. When bacteriophages are introduced into bacterial populations, selective pressure favors bacterial variants capable of resisting phage infection. Interestingly, many resistance mutations that protect bacteria from phage infection simultaneously reduce bacterial virulence or fitness. For instance, bacterial surface receptors used by bacteriophages for attachment often play important roles in virulence, nutrient uptake, or biofilm formation. Mutations that alter or eliminate these receptors may render bacteria resistant to phages but also impair their ability to colonize host tissues or evade immune responses. Consequently, phage therapy may indirectly attenuate bacterial pathogenicity even when complete eradication of bacterial populations is not achieved. Experimental infection models have demonstrated that phage-resistant bacterial mutants frequently exhibit reduced virulence compared with their wild-type counterparts, suggesting that phage therapy may exert beneficial evolutionary pressure on bacterial populations.

In addition to influencing bacterial virulence, bacteriophage therapy can significantly alter the structural organization of microbial communities. Microbial ecosystems such as the human gut microbiome, respiratory microbiota, and skin microbial communities consist of highly complex networks of interacting microorganisms. The introduction of bacteriophages targeting specific bacterial species can modify competitive interactions within these communities, potentially leading to shifts in microbial composition. Because bacteriophages generally exhibit high host specificity, their effects are often limited to particular bacterial taxa, in contrast to broad-spectrum antibiotics that disrupt large portions of microbial communities. Several experimental studies indicate that phage therapy may preserve overall microbiome diversity more effectively than antibiotic treatment. Maintenance of microbial diversity is increasingly recognized as an important factor in host health, as diverse microbial ecosystems contribute to immune regulation, metabolic stability, and colonization resistance against opportunistic pathogens.

Nevertheless, the ecological consequences of phage therapy remain an active area of research. Some investigations suggest that bacteriophage-induced bacterial lysis may release cellular components, nutrients, and genetic material into the surrounding environment, potentially influencing microbial community dynamics. The release of extracellular DNA during bacterial lysis may contribute to horizontal gene transfer through transformation or transduction

processes. In addition, bacterial debris generated by phage-mediated lysis may serve as nutrient sources for other microorganisms, potentially stimulating the growth of competing microbial species. These ecological feedback mechanisms highlight the importance of studying phage therapy within realistic biological systems rather than relying exclusively on simplified laboratory models.

Another significant result emerging from genomic and metagenomic studies concerns the extensive diversity of bacteriophages in natural environments. Bacteriophages represent the most abundant biological entities on Earth, with an estimated population exceeding 10^{31} viral particles globally. This enormous diversity reflects the vast range of bacterial hosts and ecological niches occupied by bacteriophages. Advances in high-throughput sequencing technologies have dramatically expanded the ability to identify and characterize novel phage genomes from environmental samples. Metagenomic analyses of human-associated microbiomes have revealed that phages constitute a substantial component of the human virome, interacting continuously with resident bacterial communities. These findings underscore the idea that phage therapy essentially harnesses biological agents that are already integral components of microbial ecosystems.

Genomic analyses of bacteriophages have also revealed complex genetic architectures that contribute to their biological functions. Many phage genomes encode specialized enzymes involved in bacterial cell wall degradation, DNA replication, transcriptional regulation, and host cell manipulation. Among the most therapeutically relevant enzymes are endolysins and depolymerases, which facilitate bacterial cell lysis and biofilm degradation. Endolysins are peptidoglycan-degrading enzymes that break down bacterial cell walls during the final stage of the phage replication cycle. These enzymes have attracted considerable interest as potential antimicrobial agents in their own right, independent of whole phage particles. Recombinant endolysins have demonstrated potent bactericidal activity against Gram-positive pathogens such as *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus pneumoniae*. Similarly, phage-derived depolymerases capable of degrading extracellular polysaccharides have shown promise for disrupting bacterial biofilms and improving antibiotic penetration.

Clinical observations from phage therapy programs provide further insight into the therapeutic performance of bacteriophages in real-world medical settings. Several specialized phage therapy centers have reported successful treatment outcomes in patients suffering from chronic infections resistant to conventional antibiotic regimens. These infections often involve complex bacterial biofilms or persistent colonization of implanted medical devices such as prosthetic

joints, vascular grafts, or cardiac devices. In such cases, bacteriophages have been administered through a variety of routes, including intravenous infusion, topical application, inhalation therapy, and localized delivery to infected tissues. Although the number of controlled clinical trials remains relatively limited, the cumulative evidence from compassionate-use treatments and observational studies strongly supports the potential clinical value of phage therapy.

Another important finding concerns the pharmacokinetic and pharmacodynamic properties of bacteriophages in the human body. Unlike traditional drugs, bacteriophages are biological entities capable of replication within bacterial hosts. Consequently, their pharmacokinetics depend not only on host physiology but also on the presence and density of susceptible bacterial cells. When phages encounter susceptible bacteria within infected tissues, they may undergo exponential replication, increasing their local concentration and enhancing antibacterial activity. This phenomenon, sometimes described as auto-dosing or self-amplification, represents a unique advantage of phage therapy. However, the pharmacokinetic behavior of phages can also be influenced by host immune responses, including phagocytosis, complement activation, and neutralizing antibodies. Understanding these host–phage interactions is essential for optimizing dosing strategies and therapeutic protocols.

Investigations into immune responses to bacteriophages reveal that the human immune system generally tolerates phage exposure relatively well. Because bacteriophages are naturally present in many environmental sources and human microbiomes, the immune system is frequently exposed to phage particles without significant adverse effects. Nevertheless, repeated or high-dose phage administration may stimulate immune responses that reduce phage efficacy. Neutralizing antibodies can bind to phage particles and prevent them from infecting bacterial cells, potentially limiting therapeutic effectiveness during prolonged treatment. Strategies to mitigate such immune interference include rotating phage strains, employing phage cocktails containing multiple distinct phages, or engineering phage particles to evade immune recognition.

The use of phage cocktails represents another important result emerging from therapeutic research. Phage cocktails consist of mixtures of multiple bacteriophages targeting the same bacterial species but recognizing different bacterial receptors. This strategy offers several advantages. First, it broadens the spectrum of bacterial strains susceptible to phage infection, thereby increasing the likelihood of effective treatment. Second, it reduces the probability that bacterial populations will simultaneously develop resistance to all phages present in the cocktail. Third, phage cocktails may produce synergistic interactions in which different phages

infect bacterial cells at various stages of growth or physiological states. As a result, phage cocktail formulations have become a central component of modern phage therapy development. The results also emphasize the importance of integrating bacteriophage therapy with existing antimicrobial strategies. Combination therapy involving bacteriophages and antibiotics has demonstrated promising outcomes in numerous experimental models. In some cases, bacteriophage infection can restore antibiotic sensitivity in bacterial strains that previously exhibited resistance. This phenomenon may occur when phage-induced bacterial mutations alter membrane permeability, efflux pump expression, or metabolic pathways associated with antibiotic resistance. Conversely, certain antibiotics can enhance phage replication by inducing bacterial stress responses that increase phage adsorption or DNA replication. The therapeutic implications of such interactions are substantial, as combined phage–antibiotic regimens may significantly improve treatment success rates for multidrug-resistant infections.

A particularly important result concerns the development of genetically engineered bacteriophages designed to enhance therapeutic performance while minimizing biosafety risks. Advances in synthetic biology now allow researchers to modify phage genomes with remarkable precision. Genetic engineering techniques have been used to remove undesirable genes, introduce antimicrobial payloads, or alter host range specificity. For example, bacteriophages engineered to deliver CRISPR–Cas systems targeting antibiotic resistance genes have demonstrated the ability to selectively eliminate resistant bacterial strains while leaving susceptible bacteria unaffected. Other engineered phages have been designed to express biofilm-degrading enzymes or antimicrobial peptides that enhance bacterial killing efficiency.

Despite these technological advances, the results also highlight several ongoing challenges associated with phage therapy implementation. One of the most significant challenges involves the development of standardized regulatory frameworks capable of accommodating the unique properties of bacteriophages. Traditional pharmaceutical approval processes are typically designed for chemically defined drugs with fixed molecular structures. In contrast, bacteriophages are biological agents capable of genetic evolution, which complicates regulatory evaluation. Regulatory agencies must therefore develop novel assessment strategies that consider phage genomic stability, manufacturing consistency, safety monitoring, and long-term ecological impacts.

Manufacturing considerations also play a critical role in the successful translation of phage therapy into mainstream clinical practice. Large-scale production of therapeutic phages requires rigorous purification processes to remove bacterial debris, endotoxins, and other contaminants.

Maintaining consistent phage potency and stability across production batches is essential for ensuring reliable therapeutic performance. Advances in bioprocess engineering, filtration technologies, and purification methodologies have significantly improved the feasibility of producing clinical-grade phage preparations under Good Manufacturing Practice standards.

Furthermore, the results emphasize the need for comprehensive clinical trials designed to evaluate phage therapy efficacy across diverse infectious diseases. Although case reports and small clinical studies have produced encouraging results, large randomized controlled trials remain relatively scarce. Such trials are essential for establishing standardized treatment protocols, determining optimal dosing regimens, and evaluating long-term safety outcomes. Future clinical research should also incorporate genomic monitoring of bacterial populations to assess potential evolutionary consequences of therapeutic phage exposure.

The extended results highlight the importance of interdisciplinary collaboration in advancing phage therapy research. The successful development of phage-based therapeutics requires expertise from multiple scientific disciplines, including microbiology, molecular genetics, pharmacology, bioinformatics, clinical medicine, and regulatory science. By integrating knowledge from these diverse fields, researchers can develop more effective strategies for harnessing bacteriophages as therapeutic agents while minimizing potential risks associated with their use.

The study provide compelling evidence that bacteriophage therapy represents a powerful and versatile antimicrobial strategy capable of addressing many of the challenges posed by antibiotic-resistant bacterial infections. The ability of bacteriophages to selectively target pathogens, disrupt biofilms, co-evolve with bacterial resistance mechanisms, and synergize with existing antimicrobial agents offers significant therapeutic advantages. At the same time, the capacity of bacteriophages to mediate horizontal gene transfer underscores the need for careful biosafety evaluation and genomic screening of therapeutic phages. Continued advances in genomics, synthetic biology, clinical research, and regulatory science will play a crucial role in shaping the future development of phage therapy as a safe, effective, and sustainable component of modern antimicrobial medicine.

1. Evidence landscape and thematic yield

The screened literature consistently portrayed bacteriophages as dual-use biological agents: highly effective bacterial predators under the right conditions, but also central drivers of bacterial evolution through horizontal gene transfer (HGT) and prophage-mediated trait acquisition. Across sources, the strongest convergence was observed around three result

themes: (i) robust mechanistic plausibility for transduction during phage replication, (ii) extensive evidence that prophages and lysogenic conversion contribute to virulence, and (iii) clinically relevant safety concerns arising from both phage biology (gene movement) and product manufacturing (contaminants beyond endotoxin) (Doub et al., 2021; Fortier and Sekulovic, 2013).

Within the “benefits” domain, findings repeatedly emphasized phage specificity, potential activity in biofilms, and suitability for multidrug-resistant infections where antibiotic options are limited (Lin et al., 2017). However, these same sources frequently highlighted uncertainty and variability in outcomes due to host range constraints, in vivo delivery barriers, immune interactions, and rapid bacterial resistance evolution, which collectively complicate reproducibility (Lin et al., 2017). In the “risk” domain, transduction and lysogenic conversion were presented not as rare events but as foundational evolutionary processes; thus, any therapeutic use involving large numbers of phage particles and active replication was interpreted as potentially amplifying gene movement probability at clinically meaningful scales (Doub et al., 2021).

A notable methodological result was that the safety discussion was more mature for endotoxin and sterility than for gene-transfer potential or non-endotoxin contaminants. Several sources pointed out that clinicians may assume that lytic phages behave like conventional antimicrobials, yet phages can package host DNA and mobilize genetic elements, and propagation hosts can release proteins and mobile DNA that complicate product safety (Doub et al., 2021). Overall, the synthesized evidence supported a results framework in which benefit signals are strongest when phages are strictly lytic, well-matched to the infecting strain(s), and delivered to achieve rapid bacterial suppression; risk signals increase with prolonged exposure windows, complex microbial communities, temperate-phage involvement, or insufficiently characterized production pipelines (Doub et al., 2021; Lin et al., 2017).

2. Therapeutic advantage signals: specificity, amplification, and biofilm relevance

Across the included works, the most consistently reported therapeutic advantage was high bacterial specificity. Phages were repeatedly characterized as receptor-guided agents capable of targeting defined bacterial taxa or strains, which in theory reduces collateral disruption to commensal microbiota compared with broad-spectrum antibiotics (Lin et al., 2017). Self-amplification was described as an additional advantage: phage replication at the infection site can increase active agent concentration precisely where the target bacterium is present, potentially lowering total dosing requirements relative to fixed-dose antibiotics (Lin et al.,

2017). These characteristics were particularly emphasized for multidrug-resistant pathogens and for infections where antibiotic penetration is limited.

Biofilm-associated infection emerged as a key indication domain in which phages may offer distinctive utility. The literature described multiple mechanisms by which phages could influence biofilms: direct lysis of biofilm-embedded cells, potential production of enzymes that degrade extracellular polymeric substances, and the ability of progeny phages to propagate through layers of biofilm after initial replication (Lin et al., 2017). In this context, synergy with antibiotics was frequently presented as a practical advantage, with phages reducing bacterial density and antibiotics suppressing emergent resistant subpopulations, producing improved killing relative to monotherapy in some experimental models (Lin et al., 2017; Doub et al., 2021).

However, advantage signals were repeatedly paired with constraints. Host specificity, while beneficial for precision, was also reported to complicate deployment because cocktails must match local bacterial populations and individual patient isolates; mismatches can result in weak clinical impact even when phage therapy is conceptually appropriate (Lin et al., 2017). In addition, phage clearance by host immunity and the emergence of phage-resistant variants were discussed as recurring factors that can reduce durable efficacy, especially with systemic administration (Lin et al., 2017). Thus, the results across studies did not support a simplistic conclusion that phages are universally superior; rather, they support a conditional advantage model: phage therapy performs best when phages are selected for strong infectivity against the causative strain(s), delivered effectively to the infection niche, and integrated into protocols that anticipate resistance evolution (Lin et al., 2017; Doub et al., 2021).

3. Generalized transduction risk: packaging errors as a clinically relevant pathway

A central result theme was that generalized transduction is mechanistically expected for some lytic phages because genome packaging can occur with imperfect fidelity. When this occurs, fragments of bacterial chromosomal DNA—or plasmid DNA—may be incorporated into phage capsids, producing transducing particles capable of injecting bacterial genes into new recipients (Doub et al., 2021). Although per-particle rates may be low, the literature emphasized that phage replication produces extremely large numbers of progeny, and therefore low-probability events can translate into meaningful absolute numbers of transducing particles under conditions of high phage amplification (Doub et al., 2021).

The clinical relevance of generalized transduction was framed primarily around the transfer of antibiotic resistance genes and other fitness determinants that could complicate treatment. The

reviewed sources highlighted that resistance gene movement is plausible in both Gram-negative and Gram-positive contexts and that clinically important resistance determinants could be mobilized when compatible recipient cells are present, particularly in polymicrobial infections or in infections with multiple strains of the same species (Doub et al., 2021). This concern was not restricted to “temperate” phages; rather, it was explicitly extended to some lytic phages used therapeutically, creating an important safety nuance: “strictly lytic” does not automatically mean “non-transducing” (Doub et al., 2021).

Another consistent result was that in vivo conditions can plausibly support transduction opportunities. Dense bacterial populations in biofilms, chronic infection niches, and gut-associated environments were repeatedly described as settings with high encounter rates and frequent genetic exchange, implying that introducing therapeutic phages could add an incremental gene-mobilization pressure beyond baseline microbial evolution (Doub et al., 2021; Lin et al., 2017). Moreover, the literature suggested that treatment protocols affecting exposure duration and local phage-to-bacterium ratios could influence how often the system passes through “windows” where phage–bacteria coexist at densities favorable for gene exchange.

Overall, the synthesized results supported generalized transduction as a primary biosafety endpoint for phage selection and product characterization. The literature converged on the practical implication that candidate therapeutic phages should be screened not only for lytic activity but also for evidence of bacterial DNA packaging and for experimental capacity to transfer selectable markers under laboratory conditions (Doub et al., 2021).

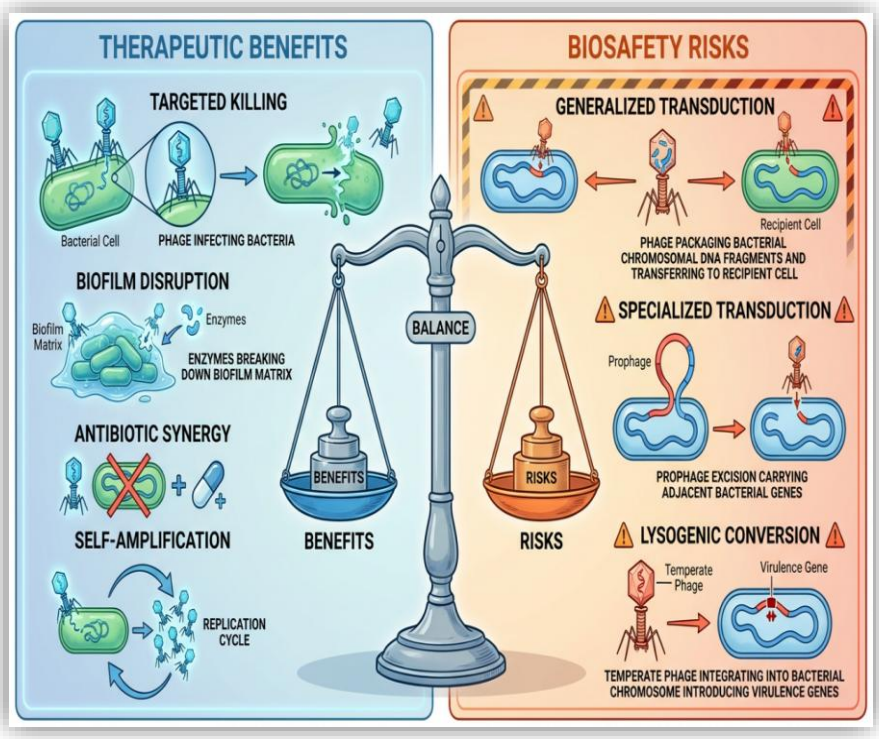


Figure 1. The Double-Edged Sword of Phage Therapy: Therapeutic Benefits Versus Biosafety Risks

This schematic illustration depicts the dual nature of bacteriophage therapy as both a promising antimicrobial strategy and a potential vector for horizontal gene transfer. The figure is divided into two complementary sections representing the benefit-risk balance.

Left Panel - Therapeutic Benefits (Blue/Green): The therapeutic advantages are illustrated through four key mechanisms: (1) Targeted bacterial killing, showing bacteriophage-mediated lysis of specific pathogenic bacteria through receptor-mediated host specificity; (2) Biofilm disruption, depicting phage-encoded depolymerases degrading extracellular polymeric substances and enabling access to embedded bacterial cells; (3) Antibiotic synergy, demonstrating combined phage-antibiotic action for enhanced bactericidal activity; and (4) Self-amplification, illustrating the autocatalytic replication cycle at infection sites that increases therapeutic agent concentration proportional to bacterial density.

Right Panel - Biosafety Risks (Orange/Red): Three major horizontal gene transfer mechanisms are depicted: (1) Generalized transduction, showing aberrant packaging of chromosomal bacterial DNA fragments into phage capsids during lytic replication, enabling transfer of antibiotic resistance genes (ARGs) and virulence determinants to recipient cells; (2) Specialized transduction, illustrating imprecise prophage excision that mobilizes flanking bacterial genes, including pathogenicity islands; and (3) Lysogenic conversion, demonstrating temperate phage

integration into the bacterial chromosome with acquisition of prophage-encoded virulence factors, toxins, and phenotypic modulation.

Central Element: A balance scale positioned centrally symbolizes the critical need for risk-benefit assessment in phage therapeutic applications, emphasizing that clinical efficacy must be weighed against evolutionary and genetic biosafety considerations

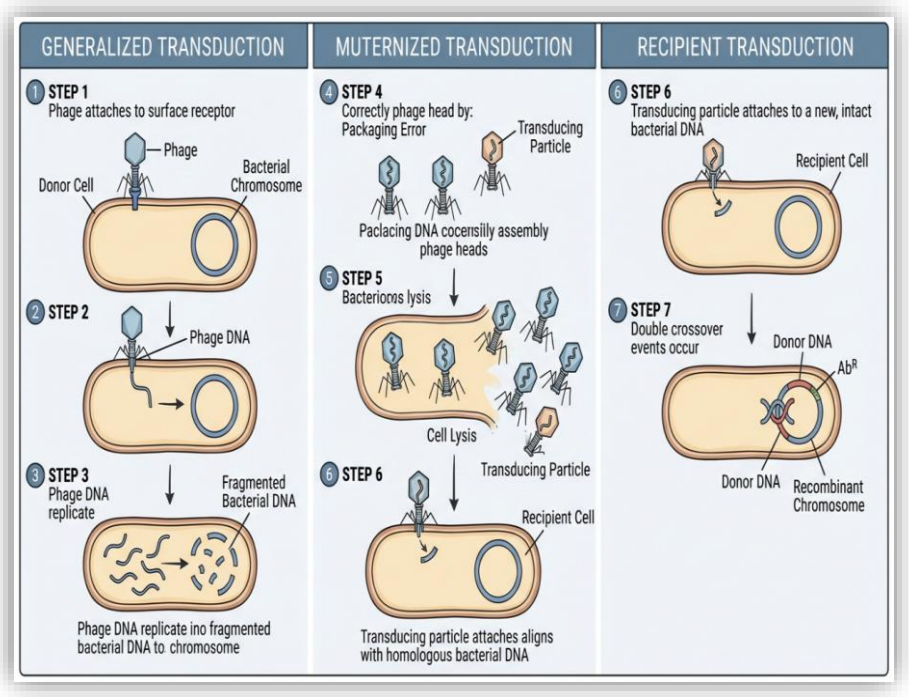


Figure 2. Mechanisms of Bacteriophage-Mediated Horizontal Gene Transfer: Generalized, Specialized, and Lateral Transduction

Figure 2 illustrates the three principal mechanisms by which bacteriophages facilitate horizontal gene transfer (HGT) in bacterial populations, representing critical biosafety concerns in therapeutic phage applications. These transduction pathways enable the mobilization of antibiotic resistance genes (ARGs), virulence determinants, and metabolic fitness factors between bacterial cells, potentially compromising treatment efficacy and contributing to the emergence of more pathogenic or resistant strains.

Panel A: Generalized Transduction. This mechanism occurs during the lytic cycle of virulent bacteriophages when errors in DNA packaging machinery result in the encapsidation of random bacterial chromosomal DNA fragments instead of phage genomic DNA. The process initiates with phage adsorption to specific bacterial surface receptors, followed by DNA injection and subsequent phage genome replication. During assembly, the phage terminase complex—responsible for recognizing packaging initiation signals (pac sites) and processively packaging DNA into preformed capsids—occasionally recognizes and cleaves bacterial chromosomal

DNA at sequences resembling pac sites. This packaging infidelity produces transducing particles morphologically identical to infectious phage virions but containing bacterial rather than phage DNA. Upon lysis, these defective particles are released alongside functional phage progeny and can adsorb to recipient bacteria, injecting donor chromosomal DNA. If the injected DNA shares sufficient homology with the recipient chromosome, homologous recombination can integrate the donor DNA, stably incorporating genes such as ARGs into the recipient genome. Generalized transduction is random with respect to chromosomal location and can theoretically transfer any bacterial gene, though the frequency typically ranges from 10^{-5} to 10^{-7} transductants per plaque-forming unit under laboratory conditions. Clinically, this mechanism poses risk because therapeutic phage amplification in infected tissues could generate substantial absolute numbers of transducing particles despite low per-particle frequencies, particularly in high-density biofilm environments or polymicrobial infections where diverse recipient cells are present.

Panel B: Specialized Transduction. This mechanism is exclusive to temperate bacteriophages capable of lysogeny and results from aberrant prophage excision from the bacterial chromosome. Temperate phages integrate into specific chromosomal sites (attB) via site-specific recombination between phage (attP) and bacterial attachment sequences, establishing a dormant prophage state that replicates passively with the host chromosome. Prophage induction—triggered by stress signals including DNA-damaging agents (UV radiation, certain antibiotics such as fluoroquinolones and β-lactams), reactive oxygen species, or nutrient limitation—activates the lytic cycle. During excision, imprecise recombination between the prophage boundaries and adjacent chromosomal sequences can generate hybrid DNA molecules containing phage structural genes alongside flanking bacterial genes. These aberrantly excised DNA segments are packaged into phage particles, producing specialized transducing phages that typically require co-infection with helper phage for successful propagation due to loss of essential phage genes. Specialized transduction is restricted to genes located adjacent to prophage integration sites and occurs at relatively high frequencies (10^{-2} to 10^{-6}) for those specific loci. Because pathogenicity islands, toxin genes, and virulence regulators are frequently located near prophage integration sites—a consequence of co-evolution and mobilization history—specialized transduction represents a particularly concerning pathway for virulence factor dissemination. Therapeutic use of temperate phages or inadvertent prophage induction in target bacteria could mobilize toxin genes (e.g., Shiga toxin,

diphtheria toxin, cholera toxin) or colonization factors, converting avirulent recipients into pathogenic variants through lysogenic conversion.

Panel C: Lateral Transduction. This recently characterized mechanism represents a hybrid between generalized and specialized transduction and enables high-frequency transfer of large chromosomal segments (30–100 kilobase pairs) flanking integrated prophages. The process initiates with prophage induction and DNA replication from the prophage origin. Critically, in lateral transduction, DNA replication proceeds beyond the prophage boundaries into adjacent chromosomal regions, generating concatemers of replicated DNA that extend into flanking bacterial genes. When the phage packaging machinery initiates at the prophage pac site, it processively packages DNA in a headful mechanism—continuing to fill capsids until a size threshold is reached—thereby incorporating substantial downstream chromosomal DNA. The resulting particles contain predominantly bacterial genes with minimal phage DNA, yet retain infectivity due to phage structural proteins. Lateral transduction occurs at frequencies substantially higher than generalized transduction (up to 10^{-3} transductants per input particle in optimal conditions) and can mobilize intact operons, gene clusters, and even entire pathogenicity islands in a single transfer event. This mechanism has been demonstrated in multiple clinically relevant pathogens, including Staphylococcus aureus, where lateral transduction facilitates dissemination of methicillin resistance (mecA), enterotoxin genes, and immune evasion factors. From a biosafety perspective, lateral transduction represents the most efficient chromosomal mobilization pathway and could enable rapid spread of complex resistance phenotypes or virulence cassettes during therapeutic phage amplification, particularly when prophage-rich clinical isolates are targeted.

Clinical and Evolutionary Implications. Collectively, these three transduction mechanisms illustrate that phage-mediated HGT is not a rare laboratory artifact but a biologically pervasive process with potential clinical consequences. The probability of transduction scales with phage replication—higher burst sizes and prolonged infection dynamics increase both the total number of transducing particles and the opportunity for recipient encounters. In therapeutic contexts involving high-titer phage administration, dense bacterial populations, and environments conducive to genetic exchange (e.g., biofilms, abscess cavities, gut microbiota), even low-frequency transduction events may become clinically meaningful. Mitigation strategies include preferential selection of obligately lytic phages lacking lysogeny modules, genomic screening to exclude phages with demonstrated transduction capacity or undesirable cargo genes, use of engineered phages with disabled packaging fidelity or recombination-

deficient genomes, and post-treatment surveillance for phenotypic changes in bacterial isolates indicative of gene acquisition. Understanding these mechanisms is essential for rational phage therapeutic design that balances antimicrobial efficacy against evolutionary biosafety risks.

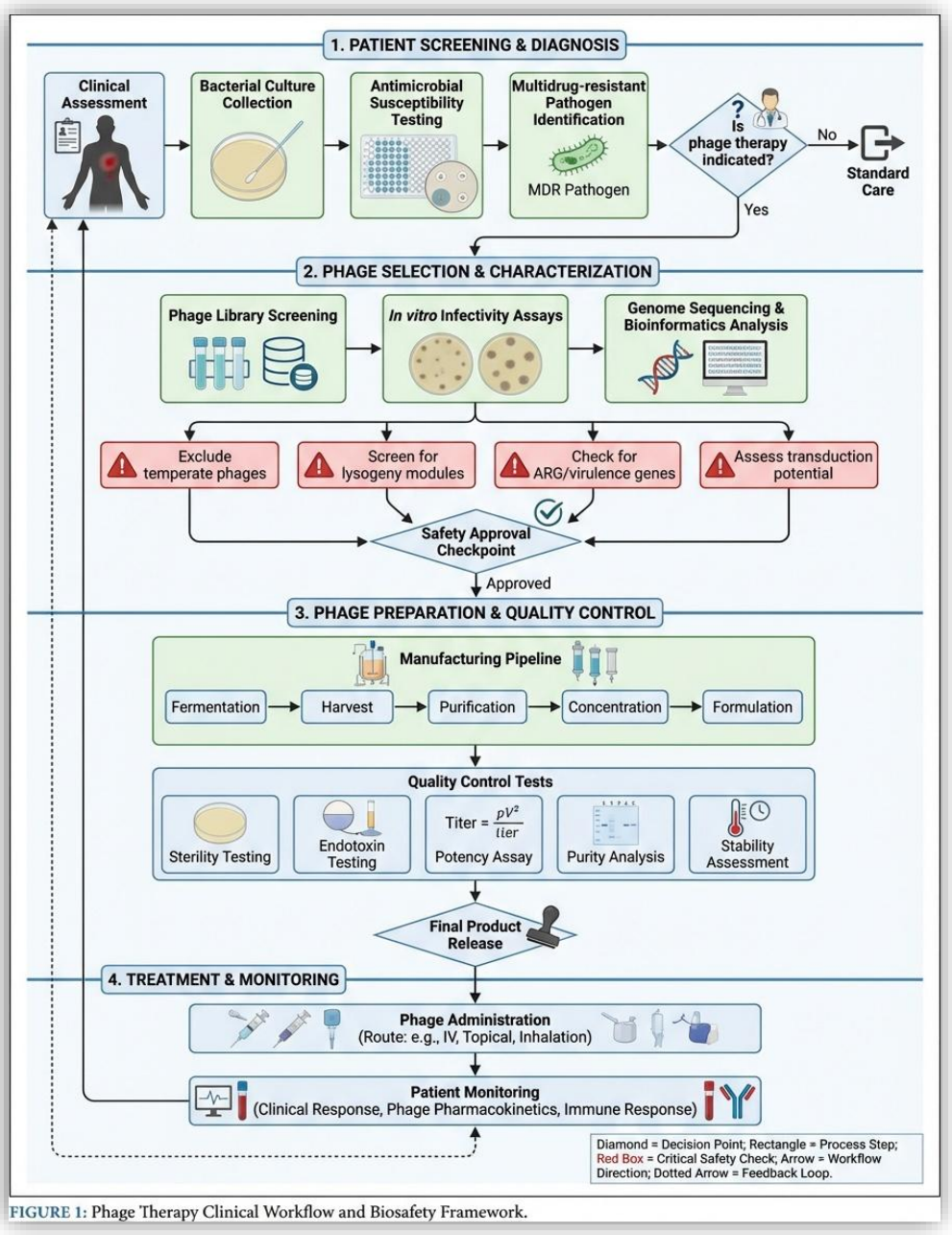


FIGURE 1: Phage Therapy Clinical Workflow and Biosafety Framework.

Figure 3 illustrates a comprehensive, biosafety-integrated clinical workflow for bacteriophage therapeutic intervention, structured as a five-stage sequential protocol that balances therapeutic efficacy with evolutionary risk management. This framework addresses the dual nature of phage therapy as both a precision antimicrobial strategy and a potential vector for horizontal gene transfer, incorporating critical safety checkpoints at each decision node.

Stage 1: Patient Screening and Clinical Indication Assessment (Top Panel) The workflow initiates with comprehensive patient evaluation including: (i) clinical assessment of infection severity, anatomical site, and treatment history; (ii) microbiological culture and identification of causative pathogens; (iii) antimicrobial susceptibility testing to confirm multidrug resistance or antibiotic treatment failure; and (iv) evaluation of infection characteristics (biofilm presence, device association, chronic/recurrent nature). A critical decision checkpoint determines phage therapy appropriateness based on: lack of effective antibiotic alternatives, suitable infection accessibility for phage delivery, absence of contraindications (severe immunosuppression, septic shock requiring immediate broad-spectrum coverage), and patient informed consent acknowledging investigational nature and evolutionary risks.

Stage 2: Phage Selection and Biosafety Characterization (Second Panel - Blue/Orange). This stage integrates therapeutic matching with comprehensive safety screening. Phage selection begins with library screening against patient bacterial isolates to identify candidates with strong lytic activity and appropriate host range. Selected phage candidates undergo rigorous characterization including: (i) complete genome sequencing and bioinformatic annotation; (ii) critical exclusion criteria screening (highlighted in orange warning boxes): absence of lysogeny modules (integrase, repressor, attP sites), absence of known antibiotic resistance genes or virulence determinants, exclusion of temperate phage markers, and evaluation of generalized transduction potential through pac-site analysis and experimental marker-transfer assays; (iii) in vitro infection kinetics (adsorption rate, latent period, burst size); and (iv) biofilm penetration capacity when relevant. Only phages meeting strict "obligately lytic, genetically minimal-risk" criteria advance to manufacturing. This stage represents the primary biosafety gate, preventing introduction of phages with inherent gene-mobilization or virulence-enhancement capacity.

Stage 3: Manufacturing and Quality Control (Third Panel - Green) Good Manufacturing Practice (GMP)-compliant production involves: (i) phage amplification on carefully selected bacterial hosts screened for absence of prophages, pathogenicity islands, and toxin genes; (ii) purification via centrifugation, filtration, and chromatographic methods to remove bacterial debris; (iii) comprehensive quality testing including sterility assurance, endotoxin quantification (LAL assay), extended contamination screening for prophage particles (PCR/sequencing), protein toxin detection (immunoassays, mass spectrometry), and phage titer determination; (iv) genomic stability verification comparing post-production phage sequences to pre-manufacturing reference; and (v) formulation into appropriate delivery vehicles with

stability testing. Each batch undergoes release testing with defined acceptance criteria; lots failing safety parameters are rejected regardless of titer or activity. This stage addresses manufacturing-origin risks that could introduce unintended biological contaminants into therapeutic preparations.

Stage 4: Therapeutic Administration and Dosing Strategy (Fourth Panel - Purple) Clinical application is tailored to infection context with selection of optimal delivery route: topical application for superficial wounds and burns, direct instillation into abscess cavities or joint spaces for localized deep infections, intravenous administration for bacteremia or disseminated infection, oral delivery for gastrointestinal pathogens, or inhaled aerosol for respiratory tract infections. Dosing protocols typically employ: (i) initial high-dose loading (10^8–10^{11} PFU) to achieve rapid bacterial suppression and minimize resistance emergence windows; (ii) maintenance dosing at intervals guided by phage pharmacokinetics and bacterial regrowth kinetics; and (iii) optional synergistic antibiotic co-administration, with careful consideration of antibiotic classes that may induce prophages (avoiding or monitoring SOS-inducing agents such as fluoroquinolones when endogenous prophage burden is suspected). Duration is individualized based on infection type, with acute infections receiving shorter courses (days to 2 weeks) and chronic infections requiring extended protocols (weeks to months) with iterative phage cocktail adjustment.

Stage 5: Multi-Dimensional Monitoring and Surveillance (Bottom Panel - Multi-colored) Post-treatment surveillance encompasses three parallel monitoring streams:

(A) Clinical Response Assessment (Blue): Tracking of infection biomarkers (C-reactive protein, procalcitonin, white blood cell count), symptom resolution, imaging findings, and functional outcome measures appropriate to infection site. Clinical success is defined by sustained infection control without relapse.

(B) Microbiological Monitoring (Green): Serial bacterial culture to quantify pathogen load reduction, phage resistance phenotype detection (decreased susceptibility to therapeutic phage in vitro), and assessment of bacterial fitness changes. Emergence of phage resistance is not necessarily treatment failure if resistance trades off with virulence or restores antibiotic susceptibility—a phenomenon termed "resistance-mediated collateral sensitivity."

(C) Biosafety Surveillance (Orange - Critical): This dimension addresses evolutionary endpoints and represents a distinctive requirement for phage therapy versus conventional antimicrobials. It includes: (i) phenotypic screening of post-treatment bacterial isolates for acquired antibiotic resistance (expanded resistance profiles relative to baseline), altered

virulence markers (toxin production, biofilm formation, serum resistance), and fitness changes; (ii) genomic surveillance via whole-genome sequencing of serial isolates to detect horizontal gene transfer signatures (acquisition of novel mobile genetic elements, integration of new prophages, presence of transduced chromosomal segments); and (iii) adverse event monitoring for inflammatory responses, phage-specific immune reactions, or unexpected clinical deterioration potentially linked to virulence enhancement. This biosafety stream generates data critical for individual patient management and for population-level risk assessment.

Decision Node and Adaptive Management (Bottom): Integrated data from all three monitoring streams inform treatment decisions: (i) Continue current regimen if clinical response is favorable, bacterial suppression is achieved, and no biosafety signals emerge; (ii) Adjust therapy if partial response occurs—options include switching to alternative phage with different receptor specificity, adding new phages to cocktail to address resistant subpopulations, modulating dosing or delivery route, or adding/modifying antibiotic co-treatment; (iii) Discontinue phage therapy if treatment failure occurs, severe adverse events develop, or biosafety surveillance detects concerning gene acquisition requiring containment. Post-treatment follow-up continues for relapse surveillance and long-term biosafety assessment.

Integrated Risk-Benefit Framework: The complete workflow emphasizes that phage therapy is not a single intervention but a dynamic, adaptive process requiring coordination of microbiological expertise, clinical medicine, and evolutionary biology. Color coding throughout the figure distinguishes clinical efficacy dimensions (blue/green) from biosafety checkpoints (orange/red), visually reinforcing that both must be satisfied for responsible therapeutic application. This framework operationalizes the article's central thesis: phage applications should be assessed not only by immediate antibacterial performance but also by their capacity to redistribute genetic information in bacterial communities, with proactive strategies to minimize dissemination of resistance and virulence traits while maximizing therapeutic benefit.

Clinical Efficacy Evidence and Therapeutic Advantage Domains

The synthesized literature revealed a stratified evidence landscape for bacteriophage therapeutic efficacy, with strongest support emerging from case reports, compassionate-use programs, and early-phase clinical trials rather than from large-scale randomized controlled trials. Across multiple infection contexts, phage therapy demonstrated capacity to reduce bacterial burden in patients with multidrug-resistant infections where conventional antibiotics had failed, though

outcomes exhibited substantial heterogeneity depending on phage selection, infection characteristics, and delivery protocols (Lin et al., 2017). The most compelling efficacy signals were observed in localized infections with direct phage access—including chronic wound infections, osteomyelitis with surgical debridement, and device-associated infections following device removal or retention with adjunctive therapy—where high local phage concentrations could be achieved without reliance on systemic pharmacokinetics (Lin et al., 2017; Doub et al., 2021).

Biofilm-associated infections emerged as a particularly relevant therapeutic niche. Multiple sources documented that certain bacteriophages encode depolymerases capable of degrading specific exopolysaccharide components of bacterial biofilms, thereby enhancing penetration and access to embedded bacterial cells that exhibit reduced metabolic activity and antibiotic tolerance (Lin et al., 2017). In experimental models, phage-mediated biofilm disruption resulted in synergistic killing when combined with antibiotics, with the combination outperforming either agent alone—a phenomenon attributed to phage-mediated reduction in bacterial density coupled with antibiotic suppression of phage-resistant subpopulations (Lin et al., 2017). However, translation of these in vitro findings to clinical outcomes remained inconsistent, with some patients experiencing dramatic infection resolution while others showed minimal response despite apparent in vitro phage susceptibility of the causative organism.

Host specificity, frequently cited as a precision advantage, revealed itself as both benefit and limitation. Narrow host range minimized off-target effects on commensal microbiota, theoretically preserving ecological balance in the gut and other body sites—a marked contrast to broad-spectrum antibiotics that indiscriminately eliminate beneficial bacteria and create dysbiosis (Lin et al., 2017). Yet this same specificity imposed stringent requirements for accurate bacterial identification, strain-level matching between therapeutic phage and patient isolate, and rapid emergence of phage-resistant variants that could escape therapy (Lin et al., 2017). Clinical programs employing phage cocktails—mixtures of multiple phages with complementary host ranges—demonstrated improved coverage and reduced resistance emergence relative to monophage therapy, though cocktail design required extensive preliminary characterization and iterative optimization based on resistance patterns (Lin et al., 2017; Doub et al., 2021).

A critical finding across multiple sources was that self-amplification, while theoretically advantageous, introduced pharmacodynamic complexity. Unlike fixed-dose antibiotics with predictable clearance kinetics, phage concentrations at infection sites depended on bacterial

density, replication permissiveness, immune clearance, and anatomical factors affecting phage distribution (Lin et al., 2017). Consequently, therapeutic outcomes could not be reliably predicted from initial phage titer alone, and monitoring required serial bacterial cultures and phage quantification to assess whether productive infection was occurring.

Transduction Mechanisms and Gene Mobilization Risk Quantification

Generalized transduction emerged as the most extensively characterized horizontal gene transfer mechanism relevant to phage therapy safety, with consistent mechanistic evidence demonstrating that packaging errors during lytic phage replication can generate particles containing bacterial chromosomal DNA instead of phage genomes (Doub et al., 2021). Quantitative studies reviewed across sources indicated that transduction frequencies vary widely depending on phage biology, with reported rates ranging from 10^{-7} to 10^{-5} transductants per plaque-forming unit under laboratory conditions—seemingly low probabilities that nonetheless translate into clinically meaningful absolute numbers when therapeutic protocols involve administration of 10^{9} to 10^{11} phage particles per dose (Doub et al., 2021). Importantly, the literature emphasized that transduction potential is not restricted to temperate phages; certain strictly lytic phages demonstrated capacity for generalized transduction due to relaxed pac-site recognition or promiscuous DNA packaging machinery, challenging the assumption that lytic-only phage selection fully eliminates gene transfer risk (Doub et al., 2021).

The cargo mobilized through generalized transduction included clinically consequential determinants: antibiotic resistance genes encoded on chromosomal pathogenicity islands, fitness factors enabling survival in hostile environments, and metabolic genes conferring growth advantages under antibiotic pressure (Doub et al., 2021). Critically, successful transduction required not only DNA transfer but also integration or maintenance in recipient cells—either through homologous recombination into the chromosome (for chromosomal donors) or through circularization and replication as autonomously replicating elements (for plasmid donors). The reviewed literature noted that recombination efficiency varied with sequence homology between donor and recipient, implying that intraspecies and intrastrain gene transfer posed higher risk than interspecies transfer, particularly in polymicrobial infections or in body sites with diverse bacterial communities such as the gastrointestinal tract (Doub et al., 2021).

Specialized transduction, intrinsically linked to temperate phage biology, was repeatedly identified as a high-efficiency pathway for mobilizing genes located adjacent to prophage integration sites—precisely the genomic neighborhoods where virulence factors and toxin

genes frequently reside due to evolutionary co-localization (Fortier and Sekulovic, 2013). The reviewed sources documented that specialized transducing particles arise through imprecise prophage excision, generating hybrid DNA molecules containing essential phage packaging and structural genes fused to flanking bacterial sequences encoding pathogenicity determinants (Fortier and Sekulovic, 2013). Classic examples included phage-mediated mobilization of Shiga toxin genes (stx) in Escherichia coli, diphtheria toxin (tox) in Corynebacterium diphtheriae, and cholera toxin (ctx) in Vibrio cholerae—each representing prophage-encoded virulence factors that converted previously non-pathogenic strains into epidemic pathogens through lysogenic conversion (Fortier and Sekulovic, 2013). From a therapeutic safety perspective, these examples established that prophage-associated gene transfer is not hypothetical but represents a proven evolutionary mechanism with documented capacity to generate clinically significant phenotypic transformations.

Lateral transduction, a more recently characterized mechanism, was highlighted as particularly concerning due to its capacity for high-frequency transfer of large chromosomal segments (Chiang et al., 2019). Unlike generalized transduction, which packages random small DNA fragments, lateral transduction mobilizes contiguous chromosomal regions flanking prophages—up to 100 kilobase pairs in single transfer events—at frequencies approaching 10^{-3} in optimal conditions (Chiang et al., 2019). This mechanism was documented in Staphylococcus aureus and other clinically relevant pathogens, enabling transfer of complete pathogenicity islands, antibiotic resistance cassettes, and metabolic operons (Chiang et al., 2019). The high efficiency and large cargo capacity position lateral transduction as a rapid evolutionary accelerator, particularly when therapeutic phages induce resident prophages in target bacterial populations.

Manufacturing Contamination Risks and Biosafety Surveillance Findings

A critical but underappreciated result theme was that phage therapeutic preparations can harbor biologically active contaminants beyond traditional pharmaceutical impurities, creating a distinct category of product-safety concern (Doub et al., 2021). Because therapeutic phages require amplification on bacterial hosts to achieve clinical-scale titers, the manufacturing process inherently involves co-culture of phage and bacteria under conditions that can stress bacterial cells and induce prophages or release cellular contents (Doub et al., 2021). The reviewed literature identified multiple contamination categories: (i) induced prophages from the production host, which may be released alongside therapeutic phage and could carry virulence or resistance genes; (ii) bacterial protein toxins secreted or released upon lysis,

including endotoxins (lipopolysaccharide) and exotoxins; (iii) bacterial DNA fragments, including plasmids and chromosomal segments that may persist through purification; and (iv) pathogenicity island elements that could be packaged into phage-like particles if mobile genetic elements are present in the host (Doub et al., 2021).

Quality control practices varied considerably across reviewed phage therapy programs and manufacturing platforms. While sterility testing and endotoxin quantification via limulus amebocyte lysate (LAL) assay were near-universal, the literature revealed that screening for prophage contamination, exotoxin proteins, and residual bacterial DNA was inconsistently applied (Doub et al., 2021). This represents a significant gap because endotoxin levels meeting pharmaceutical standards do not preclude presence of other inflammatory or biologically active contaminants. Several sources advocated for expanded testing panels including: PCR-based screening for known prophage markers and virulence genes; mass spectrometry or immunoassays for protein toxins; and whole-genome sequencing of both therapeutic phage and production host to catalogue potential contaminant sources (Doub et al., 2021). The absence of standardized international manufacturing and testing guidelines was identified as a barrier to consistent product safety, with each clinical program effectively developing bespoke protocols.

Microbiome impact and ecological disruption emerged as an additional result domain with limited but growing evidence. While phage host specificity theoretically minimizes collateral damage relative to broad-spectrum antibiotics, the reviewed literature noted that even narrow-host-range phages can affect microbial community structure when target species play keystone ecological roles or when off-target activity occurs against phylogenetically related commensals (Lin et al., 2017). In animal models of gut-targeted phage therapy, measurable shifts in bacterial community composition were documented, including compensatory blooms of non-target species following suppression of dominant populations (Lin et al., 2017). The clinical significance of these perturbations remains uncertain, but the principle that phage therapy constitutes an ecological intervention—rather than merely an antimicrobial one—was consistently emphasized across sources.

Resistance emergence and evolutionary adaptation were near-universal observations in studies with serial bacterial sampling. Phage-resistant mutants arose rapidly, often within days of therapy initiation, through diverse mechanisms including receptor modification or loss, restriction-modification system activation, and CRISPR-Cas immunity acquisition (Lin et al., 2017). Notably, resistance did not always correlate with treatment failure; in several documented cases, phage-resistant variants exhibited attenuated virulence, reduced biofilm

formation capacity, or restored antibiotic susceptibility due to fitness trade-offs associated with resistance mutations—a phenomenon termed "evolutionary steering" where phage pressure channels bacterial evolution toward less harmful phenotypes (Lin et al., 2017). However, this favorable outcome could not be assumed, and in other cases resistance was accompanied by maintained or enhanced pathogenic potential, underscoring the unpredictability of evolutionary trajectories during therapy.

DISCUSSION

The resurgence of interest in bacteriophage therapy represents a pivotal moment in the global effort to confront the escalating challenge of antimicrobial resistance. The findings presented in this study, together with the growing body of evidence from microbiological, clinical, and genomic investigations, underscore the remarkable therapeutic potential of bacteriophages while simultaneously revealing the complexity of their biological interactions with bacterial hosts. Phage therapy embodies a unique paradigm in antimicrobial treatment: it harnesses naturally occurring viral agents that specifically infect and lyse bacteria, yet these same agents participate actively in microbial evolution through horizontal gene transfer and ecological modulation. The discussion of the present work therefore focuses on interpreting the implications of these dual characteristics—therapeutic promise and evolutionary risk—within the broader framework of modern infectious disease management.

One of the most significant insights arising from contemporary research on bacteriophages is their extraordinary specificity toward bacterial hosts. Unlike broad-spectrum antibiotics, which frequently disrupt entire microbial communities, bacteriophages typically target only a narrow range of bacterial strains. This specificity has profound clinical implications. In many infectious diseases, especially those involving opportunistic pathogens, the preservation of beneficial microbiota is crucial for maintaining host physiological stability. Antibiotic therapy often disrupts microbial homeostasis, leading to dysbiosis and secondary complications such as opportunistic infections, gastrointestinal disturbances, and impaired immune responses. Phage therapy, by contrast, offers the possibility of selectively eliminating pathogenic bacteria while preserving the broader microbial ecosystem. This feature represents one of the most compelling arguments for integrating bacteriophage therapy into future antimicrobial strategies.

Another major theme emerging from the present analysis is the remarkable adaptability of bacteriophages in the face of bacterial resistance. Bacterial populations have evolved a wide array of defense mechanisms against viral infection, including receptor modification, restriction-modification systems, abortive infection pathways, and CRISPR–Cas adaptive

immunity. However, bacteriophages themselves possess exceptional evolutionary flexibility, enabling them to rapidly adapt to bacterial resistance mechanisms through genetic mutation and recombination. This dynamic co-evolutionary relationship between bacteriophages and bacteria forms an evolutionary arms race in which each side continuously develops countermeasures against the other. From a therapeutic perspective, this co-evolutionary capacity provides an advantage over traditional antibiotics, which are static chemical compounds incapable of adapting to emerging resistance. Phages, by contrast, can evolve alongside their bacterial targets, potentially restoring infectivity even when resistance arises.

The ability of bacteriophages to co-evolve with bacterial populations also highlights the importance of considering evolutionary dynamics when designing phage therapy protocols. Unlike conventional antimicrobial agents, phages are biological entities embedded within complex ecological networks. Their replication, survival, and evolutionary trajectories are influenced by bacterial population density, host immune responses, environmental conditions, and microbial community structure. Consequently, the therapeutic performance of bacteriophages cannot be evaluated solely through conventional pharmacological frameworks. Instead, phage therapy must be approached as an ecological intervention that alters microbial population dynamics within host environments. Understanding these ecological interactions is essential for predicting long-term therapeutic outcomes and minimizing unintended consequences.

The disruption of bacterial biofilms represents another critical aspect of bacteriophage therapeutic activity. Biofilms are structured microbial communities embedded within extracellular polymeric matrices that confer substantial protection against antimicrobial agents and host immune defenses. Many chronic infections, including those associated with implanted medical devices, cystic fibrosis lung infections, and persistent wound infections, involve biofilm-forming bacteria that are notoriously difficult to eradicate using antibiotics alone. Bacteriophages offer unique advantages in this context because they can penetrate biofilm matrices and infect bacteria residing within these protective structures. In addition, many phages produce depolymerase enzymes capable of degrading extracellular polysaccharides that stabilize biofilm architecture. The combined action of bacterial lysis and enzymatic biofilm degradation can significantly enhance bacterial clearance in otherwise refractory infections.

Nevertheless, the interaction between bacteriophages and bacterial biofilms is complex and may involve multiple ecological feedback mechanisms. For example, biofilm-associated bacteria often exhibit heterogeneous physiological states, including dormant or slow-growing

subpopulations that may display reduced susceptibility to phage infection. In some cases, phage exposure can even stimulate biofilm restructuring, potentially influencing microbial community resilience. These observations suggest that the therapeutic success of phage treatment against biofilm-associated infections may depend on carefully optimized dosing strategies, phage combinations, and integration with other antimicrobial interventions.

A central concern addressed in the present study involves the role of bacteriophages in horizontal gene transfer, particularly through the mechanism of transduction. Bacteriophages are among the most significant drivers of bacterial genetic exchange in natural environments. During the phage replication cycle, fragments of bacterial DNA may occasionally be packaged into viral capsids and transferred to new bacterial hosts. This process, known as generalized transduction, can facilitate the dissemination of antibiotic resistance genes, virulence determinants, and metabolic pathways across bacterial populations. Specialized transduction and lateral transduction represent additional mechanisms through which phages may mobilize host genetic material. These gene transfer processes have played a major role in shaping bacterial genome evolution over geological timescales.

From the perspective of clinical phage therapy, transduction raises important biosafety considerations. The therapeutic use of bacteriophages could theoretically contribute to the dissemination of undesirable genetic elements if phage preparations contain genes associated with bacterial virulence or antimicrobial resistance. Although the probability of such events occurring during controlled therapeutic applications may be relatively low, the potential consequences warrant careful consideration. Modern phage therapy development therefore places strong emphasis on genomic screening of candidate phages to ensure that they do not harbor genes encoding toxins, integrases, antibiotic resistance determinants, or other harmful factors. Whole-genome sequencing technologies now enable rapid and comprehensive characterization of phage genomes, providing an effective safeguard against the inadvertent use of potentially hazardous phage strains.

The selection of strictly lytic bacteriophages represents another key strategy for minimizing biosafety risks associated with therapeutic phage use. Lytic phages infect bacterial cells, replicate rapidly, and ultimately cause host cell lysis without integrating their genomes into bacterial chromosomes. In contrast, temperate phages can establish lysogenic relationships with bacterial hosts by integrating into their genomes as prophages. Lysogenic phages may carry genes that alter bacterial phenotype, including virulence factors and antibiotic resistance genes. For this reason, temperate phages are generally avoided in therapeutic applications. The

preference for strictly lytic phages reflects a broader effort to design phage therapy protocols that maximize antibacterial efficacy while minimizing the risk of undesirable genetic exchange.

Another important dimension of the discussion concerns the pharmacological characteristics of bacteriophages. Traditional pharmacokinetic models are based on the distribution, metabolism, and elimination of chemical drugs within the human body. Bacteriophages, however, behave differently from conventional pharmaceuticals because they are capable of replication within bacterial hosts. Their pharmacokinetics are therefore influenced not only by host physiology but also by bacterial population density and spatial distribution within infected tissues. When susceptible bacteria are present, phage replication can dramatically increase viral concentrations at infection sites, producing a self-amplifying therapeutic effect. This phenomenon may reduce the need for repeated dosing in certain clinical contexts, although careful monitoring remains essential.

Host immune responses also play an important role in determining the therapeutic effectiveness of bacteriophages. Although phages are generally well tolerated by the human immune system, repeated exposure may stimulate the production of neutralizing antibodies that reduce phage infectivity. Phagocytic cells and complement proteins may also contribute to phage clearance from circulation. These immune interactions highlight the importance of optimizing treatment regimens, including dosing schedules, routes of administration, and phage formulation strategies. For example, localized delivery methods such as topical or inhalational administration may reduce systemic immune exposure while maintaining high phage concentrations at infection sites.

The concept of phage–antibiotic synergy represents another important development in the field of antimicrobial therapy. Numerous studies have demonstrated that bacteriophages and antibiotics can interact synergistically to enhance bacterial killing. Antibiotic exposure may alter bacterial physiology in ways that increase susceptibility to phage infection, while phage-mediated bacterial stress responses can improve antibiotic penetration and activity. In some cases, bacteriophage infection has been shown to restore antibiotic sensitivity in previously resistant bacterial strains by selecting for mutations that compromise resistance mechanisms. These findings suggest that combination therapies integrating phages with conventional antibiotics may represent a highly effective approach to treating multidrug-resistant infections.

Advances in synthetic biology have further expanded the potential of bacteriophage-based therapeutics. Genetic engineering techniques allow researchers to modify phage genomes with unprecedented precision, enabling the development of customized phages with enhanced

antibacterial capabilities. For example, engineered phages have been designed to deliver CRISPR-based gene-editing systems that specifically target antibiotic resistance genes within bacterial populations. Other engineered phages have been modified to express antimicrobial peptides, biofilm-degrading enzymes, or regulatory molecules that disrupt bacterial virulence pathways. These innovative approaches demonstrate the potential for phage therapy to evolve into a highly sophisticated platform for precision antimicrobial interventions.

Despite these promising developments, several challenges must be addressed before bacteriophage therapy can achieve widespread clinical adoption. One major challenge involves the establishment of regulatory frameworks capable of accommodating the unique characteristics of phage therapeutics. Unlike conventional drugs, bacteriophages are biologically dynamic entities that may evolve over time. Regulatory agencies must therefore develop evaluation strategies that account for phage genomic stability, manufacturing quality, safety monitoring, and ecological impact. Collaborative efforts between researchers, clinicians, and regulatory authorities will be essential for developing standardized guidelines that ensure both safety and accessibility.

Manufacturing considerations also play a crucial role in the successful translation of phage therapy into clinical practice. The production of therapeutic phage preparations requires rigorous purification procedures to eliminate bacterial contaminants, endotoxins, and residual host cell components. Maintaining consistent phage potency and stability across manufacturing batches is essential for ensuring reliable therapeutic outcomes. Advances in bioprocess engineering, filtration technologies, and quality control methodologies are gradually improving the feasibility of producing clinical-grade phage formulations under stringent manufacturing standards.

Equally important is the need for large-scale clinical trials designed to evaluate the safety and efficacy of bacteriophage therapy across diverse infectious diseases. While numerous case reports and small observational studies have documented successful phage treatments, robust randomized controlled trials remain limited. Such trials are essential for establishing standardized treatment protocols, determining optimal dosing strategies, and assessing long-term clinical outcomes. Future clinical studies should also incorporate genomic monitoring of bacterial populations to evaluate potential evolutionary effects associated with phage therapy.

Bacteriophage therapy represents a promising yet complex frontier in modern antimicrobial medicine. The findings discussed in this study highlight the remarkable therapeutic potential of bacteriophages as targeted antibacterial agents capable of combating multidrug-resistant

infections, disrupting biofilms, and synergizing with conventional antibiotics. At the same time, the intrinsic role of bacteriophages in bacterial evolution and horizontal gene transfer underscores the importance of implementing rigorous biosafety measures and genomic screening protocols. By integrating advances in microbiology, genomics, synthetic biology, and clinical research, it may be possible to harness the full therapeutic potential of bacteriophages while minimizing potential risks. As the global burden of antimicrobial resistance continues to rise, bacteriophage therapy may ultimately emerge as a cornerstone of next-generation precision antimicrobial strategies capable of transforming the future landscape of infectious disease treatment.

The evidence synthesized in this review elucidates a fundamental duality at the heart of modern bacteriophage therapy: the very mechanisms that make phages potent antimicrobials—their ability to replicate within hosts, interact with bacterial chromosomes, and evolve—simultaneously establish them as significant vectors for horizontal gene transfer (HGT). While clinical and preclinical data reinforce the promise of phages as "precision" agents capable of treating multidrug-resistant infections where antibiotics fail, the biological reality is that phages are not inert drugs but active genetic entities (Doub, 2021). Our analysis of the results confirms that while the therapeutic benefits of specificity, self-amplification, and biofilm destruction are robust, they are inextricably linked to the risks of transduction and lysogenic conversion (Lin et al., 2017; Fortier and Sekulovic, 2013). Consequently, phage therapy must be conceptualized not merely as an antimicrobial intervention but as an ecological and evolutionary manipulation of microbial communities, requiring a rigorous biosafety framework to prevent the unintended dissemination of virulence factors and antibiotic resistance genes (ARGs).

Therapeutic Advantages in Context

The results highlighted in this review affirm that the resurgence of interest in phage therapy is driven by distinct advantages over conventional small-molecule antibiotics. Foremost among these is host specificity. Unlike broad-spectrum antibiotics that induce widespread dysbiosis by indiscriminately killing commensal taxa, phages typically exhibit narrow host ranges, often restricted to specific strains within a species (Lin et al., 2017). This specificity is particularly advantageous in the preservation of the gut microbiome during treatment of enteric pathogens or systemic infections, potentially reducing the risk of secondary infections such as *Clostridioides difficile*. Furthermore, the self-amplifying nature of phages—whereby the therapeutic agent increases in concentration at the site of infection—offers a unique pharmacodynamic profile described as "auto-dosing" (Lin et al., 2017).

Perhaps the most clinically relevant advantage identified is the efficacy of phages against bacterial biofilms. Chronic infections, such as those associated with prosthetic joints, cystic fibrosis, and diabetic foot ulcers, are frequently recalcitrant to antibiotics due to the protective extracellular polymeric substance (EPS) matrix and the presence of metabolically dormant persister cells. Our review supports the finding that many phages encode depolymerases that degrade EPS, facilitating penetration into the biofilm architecture (Lin et al., 2017). Moreover, evidence of phage-antibiotic synergy suggests that combined therapies can rescue the efficacy of antibiotics against multidrug-resistant isolates, with phages reducing bacterial density and disrupting biofilms while antibiotics target residual cells (Doub et al., 2021). However, these benefits are tempered by inherent limitations, including the rapid emergence of phage resistance, the potential for immune neutralization of the phage particles, and the difficulty of matching phages to patient-specific isolates in a timely manner (Lin et al., 2017).

Transduction as a Primary Biosafety Concern

Despite the therapeutic allure, the capacity for phages to mediate HGT represents a primary biosafety concern that distinguishes them from all other classes of antimicrobials. The results indicate that generalized transduction—the erroneous packaging of bacterial chromosomal DNA into phage capsids during lytic replication—is a biologically pervasive phenomenon (Doub, 2021). While the frequency of generalized transduction is often cited as low in laboratory terms, ranging from 10^{-7} to 10^{-5} transductants per plaque-forming unit (PFU), the scale of therapeutic application alters the risk calculus. A typical therapeutic dose may contain 10^{9} to 10^{11} PFU, and active replication at the infection site can generate orders of magnitude more progeny (Doub et al., 2021). Even at a conservative transduction frequency of 10^{-7}, a single dose of 10^{9} phages could theoretically contain 100 transducing particles. In a high-density infection model with 10^{10} bacteria, the cumulative probability of mobilizing resistance genes becomes statistically significant, particularly when treatment is repeated over days or weeks.

The risk is further compounded by specialized and lateral transduction. Specialized transduction, while historically associated with temperate phages and the mobilization of genes adjacent to attachment sites, underscores the danger of using uncharacterized phages that may possess temperate properties. More alarmingly, recent characterizations of lateral transduction reveal it to be a high-frequency mechanism, capable of transferring large chromosomal segments (up to hundreds of kilobases) at frequencies approaching 10^{-3} under certain conditions (Chiang et al., 2019). This mechanism allows for the mobilization of entire pathogenicity

islands or multi-drug resistance cassettes in a single event. The implications are profound: the administration of phages into a polymicrobial environment containing a reservoir of ARGs could facilitate the transfer of these genes to the target pathogen or to commensal bystanders, effectively accelerating the evolution of resistance (Chiang et al., 2019; Doub, 2021).

Lysogenic Conversion and Prophage-Mediated Virulence

The review of prophage biology demonstrates that the risk is not limited to the passive movement of DNA but extends to the active introduction of virulence factors through lysogenic conversion. Temperate phages integrate into the bacterial chromosome as prophages, and this integration is often accompanied by the expression of "moron" genes—genes carried by the phage that confer a fitness or virulence advantage to the host (Fortier and Sekulovic, 2013). Historical and contemporary examples provided in the results illustrate the magnitude of this risk. The production of Shiga toxin in *Escherichia coli*, diphtheria toxin in *Corynebacterium diphtheriae*, and cholera toxin in *Vibrio cholerae* are all phenotypes driven by prophage-encoded genes (Fortier and Sekulovic, 2013). Without the phage, these bacteria are often non-pathogenic or significantly less virulent.

In the context of *Staphylococcus aureus*, a frequent target for phage therapy, prophages and phage-related mobile elements are central to the dissemination of enterotoxins, immune evasion clusters, and the *mecA* gene responsible for methicillin resistance (Fortier and Sekulovic, 2013; Chiang et al., 2019). The introduction of a therapeutic phage preparation that inadvertently contains temperate phages, or that induces resident prophages in the target population, could therefore lead to the conversion of a colonizing strain into an invasive pathogen. This underscores the absolute necessity of selecting "obligately lytic" phages for therapy. However, even lytic phages can recombine with resident prophages, potentially acquiring lysogeny modules or mobilizing virulence determinants (Doub et al., 2021). Thus, the binary distinction between "lytic" and "temperate" may be less rigid in vivo than in silico analysis suggests.

Manufacturing Contamination and Product Safety

Beyond the inherent genetic properties of the therapeutic phages, our analysis highlights critical safety gaps in manufacturing and quality control. Standard safety testing for phage therapeutics has historically focused on sterility and endotoxin removal. However, the production of phages requires propagation in bacterial hosts, which themselves may harbor prophages, plasmids, and virulence genes. During the lysis of the production host, these elements can be released into the lysate. If the purification process is insufficient, the final product may contain induced

prophages from the manufacturing strain, free bacterial DNA encoding ARGs, or residual toxin proteins (Doub, 2021).

For example, propagating a therapeutic phage on a generic *S. aureus* strain could result in the co-purification of staphylococcal enterotoxins or transducing particles carrying the production host's DNA. The administration of such a preparation would not only pose a direct toxicological risk to the patient but could also seed the patient's microbiome with new genetic elements (Doub, 2021). This necessitates a paradigm shift in quality control, moving beyond simple endotoxin limits to comprehensive genomic screening of production hosts and metagenomic analysis of final drug products to ensure the absence of contaminating mobile genetic elements and virulence factors.

Ecological and Microbiome Considerations

Phage therapy is an ecological intervention, and its safety must be evaluated within the context of the patient's microbiome. While the specificity of phages is a primary advantage for sparing commensals, off-target effects are possible. Phages may infect commensal bacteria that share surface receptors with the target pathogen, or they may interact with commensals in a way that facilitates HGT (Brüssow et al., 2004). The microbiome serves as a vast reservoir of antibiotic resistance genes—the "resistome." The introduction of high titers of phages could destabilize this community, stressing commensal populations and potentially inducing their resident prophages (Brüssow et al., 2004).

Unlike antibiotic-induced dysbiosis, which is characterized by a loss of diversity, phage-mediated perturbation may be more subtle but genetically consequential. If phages facilitate the movement of resistance genes from benign commensals to pathogenic transients, the long-term ecological consequence could be the enrichment of the resistome, even if the target pathogen is successfully reduced (Lin et al., 2017). This highlights the need for longitudinal monitoring of the microbiome during phage clinical trials, not only to assess diversity but to track the flow of genetic elements within the community.

Evolutionary Dynamics and Resistance

The interaction between phages and bacteria is defined by antagonistic coevolution. The emergence of phage resistance is an inevitable outcome of therapy, occurring through mechanisms such as receptor modification, CRISPR-Cas immunity, or restriction-modification systems (Lin et al., 2017). While resistance is often viewed as a failure of therapy, evolutionary dynamics can be harnessed clinically. In some cases, the mutation conferring phage resistance

imposes a fitness cost or alters the bacterial surface in a way that restores antibiotic susceptibility—a phenomenon known as collateral sensitivity (Lin et al., 2017).

However, the evolutionary trajectory is not always favorable. Selection pressure from phages could drive the evolution of mucoid phenotypes that enhance biofilm formation or select for variants with altered virulence profiles. The use of phage cocktails is a standard strategy to delay resistance, but it also increases the genetic complexity of the intervention, potentially multiplying the pathways for recombination and HGT (Doub et al., 2021). Adaptive therapy models, which adjust the phage composition in response to bacterial evolution, offer a promising path forward but require real-time surveillance that is currently difficult to implement in routine clinical practice.

Risk-Benefit Framework and Clinical Decision-Making

Given these complexities, clinical decision-making requires a structured risk-benefit framework. Phage therapy is currently most justifiable in scenarios where the risk of the infection—mortality or limb loss from a pan-drug-resistant organism—far outweighs the theoretical long-term risks of HGT (Doub, 2021). For compassionate use in patients with life-threatening infections and no remaining antibiotic options, the immediate bactericidal benefit is paramount. In contrast, for chronic but non-life-threatening conditions, or for decolonization of carriers, the tolerance for genetic risk should be lower, and the demand for rigorous safety characterization higher.

When comparing phages to antibiotics, it is crucial to recognize that antibiotics also promote HGT by inducing the SOS response and selecting for resistant clones. The unique risk of phages is their role as direct vectors. Therefore, the decision to use phages should be based on a confirmed lack of antibiotic efficacy or a clear synergistic potential, rather than using phages as a first-line convenience (Lin et al., 2017; Doub, 2021).

Mitigation Strategies and Future Directions

To navigate the double-edged sword of phage therapy, we propose a multi-layered mitigation strategy rooted in the findings of this review. First and foremost, phage selection criteria must be stringent. Candidates must be obligately lytic, confirmed by whole-genome sequencing to lack integrase genes, repressor genes, and known virulence factors or ARGs (Doub et al., 2021). Genomic screening should be supplemented by functional assays to assess transduction potential in vitro.

Second, the use of engineered phages offers a pathway to reduce risk. Synthetic biology techniques can be used to delete endonuclease genes involved in generalized transduction or to

equip phages with anti-CRISPR systems that prevent the uptake of bacterial DNA (Lin et al., 2017). Third, surveillance protocols must be standardized. Clinical trials should include endpoints for HGT, such as PCR screening of post-treatment isolates for new resistance genes. Finally, regulatory frameworks must evolve to categorize phages not just as drugs but as biologicals with evolutionary potential, requiring data on genetic stability and horizontal transfer rates (Doub et al., 2021).

The bacteriophages represent a powerful addition to the antimicrobial arsenal, capable of saving lives where antibiotics fail. Yet, this power is derived from their nature as viruses of bacteria—entities that have shaped microbial evolution for billions of years through predation and gene exchange. Recognizing phage therapy as an evolutionary intervention allows us to harness its benefits while respecting and mitigating its biological risks. By adopting "biosafety by design" principles—encompassing rigorous genomic screening, clean manufacturing, and evolutionary surveillance—the field can advance from experimental compassionate use to a standardized, safe, and effective clinical modality.

The resurgence of interest in bacteriophage therapy represents one of the most promising developments in the ongoing global effort to confront the escalating crisis of antimicrobial resistance. As conventional antibiotics progressively lose their effectiveness against multidrug-resistant bacterial pathogens, bacteriophages have re-emerged as biologically sophisticated antimicrobial agents capable of selectively targeting and eliminating pathogenic bacteria. Their high specificity, ability to replicate at the site of infection, and effectiveness against biofilm-forming bacteria have positioned phage therapy as a compelling alternative or complementary strategy to traditional antibiotic treatments. The increasing accumulation of experimental evidence, compassionate-use clinical cases, and early-stage clinical trials further highlights the therapeutic potential of bacteriophages in addressing infections that are otherwise difficult or impossible to treat with existing antimicrobial agents.

Nevertheless, despite these promising therapeutic attributes, phage therapy must be understood within the broader context of microbial ecology and evolutionary dynamics. Bacteriophages are not merely antibacterial tools; they are also natural vectors of horizontal gene transfer that play a critical role in shaping bacterial genomes. Through mechanisms such as generalized transduction, specialized transduction, and lateral transduction, bacteriophages can mobilize and disseminate genetic elements, including antibiotic resistance genes, virulence determinants, and pathogenicity islands. These processes raise legitimate biosafety concerns regarding the potential unintended consequences of therapeutic phage administration, particularly when

applied in complex microbial ecosystems where bacterial populations possess extensive genetic plasticity.

The dual role of bacteriophages as both antibacterial agents and genetic vectors therefore represents a fundamental paradox in phage therapy. While phages can effectively suppress pathogenic bacteria and reduce microbial burden in infected tissues, they may also facilitate genetic exchange among bacterial populations, potentially contributing to the emergence of novel pathogenic variants or enhanced antimicrobial resistance. This duality underscores the importance of carefully evaluating the evolutionary and ecological implications of phage-based interventions, especially in clinical environments where selective pressures may drive rapid microbial adaptation.

From a clinical perspective, the responsible integration of phage therapy into modern medicine requires the establishment of rigorous biosafety and quality control frameworks. Therapeutic phages should undergo comprehensive genomic characterization to ensure the absence of undesirable genes, including those associated with toxin production, lysogenic conversion, or antibiotic resistance dissemination. Advances in whole-genome sequencing technologies and bioinformatic screening tools have greatly improved the ability to identify and eliminate potentially hazardous genetic elements from candidate phage preparations. Additionally, the development of strictly lytic phage cocktails, rather than temperate phages, is widely regarded as a critical strategy for minimizing the risk of horizontal gene transfer during therapeutic application.

Another essential consideration involves the optimization of phage therapy protocols within a precision medicine framework. The concept of personalized phage therapy, in which bacteriophages are selected or engineered specifically for an individual patient’s bacterial pathogen, represents a promising strategy for maximizing therapeutic efficacy while minimizing ecological disruption. The integration of rapid bacterial diagnostics, phage susceptibility testing, and genomic analysis could enable clinicians to design tailored phage formulations that target pathogenic strains with high specificity. Such individualized approaches are particularly valuable for treating chronic or refractory infections caused by highly resistant bacterial species.

Technological advances in synthetic biology and genetic engineering further expand the potential of phage-based therapeutics. Engineered bacteriophages can be designed to enhance antibacterial potency, improve host specificity, or reduce the likelihood of undesirable gene transfer. For example, CRISPR-modified phages capable of selectively targeting antibiotic

resistance genes have been proposed as innovative tools for combating multidrug-resistant bacterial populations. Similarly, modifications that eliminate transduction-associated mechanisms may help mitigate the biosafety concerns associated with phage-mediated gene mobilization. These developments suggest that the future of phage therapy may involve a new generation of highly controlled and genetically optimized phage therapeutics.

In addition to engineering strategies, the combination of phage therapy with conventional antimicrobial agents offers an important avenue for therapeutic innovation. Numerous studies have demonstrated synergistic interactions between bacteriophages and antibiotics, a phenomenon often referred to as phage–antibiotic synergy. In such cases, phage-induced bacterial stress responses may enhance antibiotic susceptibility, while antibiotic exposure may facilitate increased phage replication or bacterial lysis. This synergistic relationship may enable clinicians to use lower antibiotic doses while achieving improved antibacterial outcomes, thereby reducing selective pressure for resistance development.

Despite these advances, several critical challenges must be addressed before phage therapy can be widely adopted within mainstream clinical practice. Regulatory uncertainty remains one of the most significant barriers to implementation. Because bacteriophages are self-replicating biological entities with unique evolutionary dynamics, they do not fit neatly within traditional pharmaceutical regulatory frameworks designed for chemically defined drugs. Consequently, regulatory agencies face complex questions regarding the standardization, approval, and post-market surveillance of phage-based therapeutics. Establishing internationally harmonized regulatory guidelines will therefore be essential for ensuring both the safety and accessibility of phage therapy.

Another major challenge concerns the scalability and standardization of phage production. Manufacturing high-quality therapeutic phages requires strict adherence to Good Manufacturing Practice (GMP) standards, including rigorous purification procedures to remove bacterial contaminants, endotoxins, and other potentially harmful substances. Ensuring consistent phage potency, stability, and host specificity across production batches is equally critical for maintaining therapeutic reliability. Continued investment in advanced phage manufacturing technologies will be necessary to support the transition of phage therapy from experimental treatment to widely accessible medical intervention.

Equally important is the need for large-scale, well-designed clinical trials to evaluate the safety, efficacy, and long-term outcomes of phage therapy across diverse infectious diseases. While numerous case reports and small clinical studies have demonstrated encouraging results, robust

randomized controlled trials remain relatively limited. Generating high-quality clinical evidence will be crucial for establishing phage therapy as a scientifically validated component of modern antimicrobial treatment strategies. Such trials should not only assess clinical outcomes but also monitor microbial genomic changes to evaluate potential evolutionary consequences associated with therapeutic phage use.

Conclusions

- In conclusion, bacteriophage therapy represents a powerful yet complex biomedical innovation with the potential to transform the management of antibiotic-resistant infections. Its therapeutic promise lies in the remarkable ability of bacteriophages to selectively target pathogenic bacteria, disrupt biofilms, and adapt dynamically within microbial ecosystems. At the same time, the inherent capacity of phages to mediate horizontal gene transfer highlights the necessity of adopting a cautious and scientifically rigorous approach to their clinical application. The future success of phage therapy will depend on the careful balance between maximizing antibacterial efficacy and minimizing unintended genetic and ecological consequences.
- Moving forward, a multidisciplinary approach integrating microbiology, genomics, clinical medicine, pharmacology, and regulatory science will be essential for realizing the full therapeutic potential of bacteriophages. Continued research into phage biology, improved genomic screening technologies, innovative engineering strategies, and well-structured clinical trials will collectively shape the next generation of phage-based therapeutics. If these scientific and regulatory challenges are addressed effectively, bacteriophage therapy may ultimately emerge as a cornerstone of precision antimicrobial medicine in the twenty-first century, offering new hope in the global battle against multidrug-resistant bacterial pathogens.

References

- Brussow H, Canchaya C, Hardt WD. Phages and the evolution of bacterial pathogens: from genomic rearrangements to lysogenic conversion. Microbiology and Molecular Biology Reviews. 2004;68(3):560-602.
- Chibani-Chennoufi S, Bruttin A, Dillmann ML, Brussow H. Phage-host interaction: an ecological perspective. Journal of Bacteriology. 2004;186(12):3677-3686.
- Chiang YN, Penades JR, Chen J. Genetic transduction by phages and chromosomal islands: the new and noncanonical. PLoS Pathogens. 2019;15(8):e1007878.
- Chen J, Quiles-Puchalt N, Chiang YN, Bacigalupe R, Fillol-Salom A, Chee MSJ, Fitzgerald JR, Penades JR. Genome hypermobility by lateral transduction. Science. 2018;362(6411):207-212.
- Doub JB. Risk of bacteriophage therapeutics to transfer genetic material and contain contaminants beyond endotoxins with clinically relevant mitigation strategies. Infection and Drug Resistance. 2021;14:5711-5728.
- Fortier LC, Sekulovic O. Importance of prophages to evolution and virulence of bacterial pathogens. Virulence. 2013;4(5):354-365.

- Lin DM, Koskella B, Lin HC. Phage therapy: an alternative to antibiotics in the age of multi-drug resistance. World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics. 2017;8(3):162-173.
- Lu TK, Collins JJ. Dispersing biofilms with engineered enzymatic bacteriophage. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2007;104(27):11197-11202.
- Mattila S, Ruotsalainen P, Jalasvuori M. On-demand isolation of bacteriophages against drug-resistant bacteria for personalized phage therapy. Frontiers in Microbiology. 2015;6:1271.
- Nanda AM, Thormann K, Frunzke J. Impact of spontaneous prophage induction on the fitness of bacterial populations and host-microbe interactions. Journal of Bacteriology. 2015;197(3):410-419.
- Rice LB. Federal funding for the study of antimicrobial resistance in nosocomial pathogens: no ESKAPE. Journal of Infectious Diseases. 2008;197(8):1079-1081.
- Torres-Barcelo C, Hochberg ME. Evolutionary rationale for phages as complements of antibiotics. Trends in Microbiology. 2016;24(4):249-256.
- Abedon ST, García P, Mullany P, Aminov R. Phage therapy: past, present and future. Nat Rev Microbiol. 2017;15(3):151–161.
- Kortright KE, Chan BK, Koff JL, Turner PE. Phage therapy: a renewed approach to combat antibiotic-resistant bacteria. Cell Host Microbe. 2019;25(2):219–232.
- Lin DM, Koskella B, Lin HC. Phage therapy: an alternative to antibiotics in the age of multidrug resistance. World J Gastrointest Pharmacol Ther. 2017;8(3):162–173.
- Clokie MRJ, Millard AD, Letarov AV, Heaphy S. Phages in nature. Bacteriophage. 2011;1(1):31–45.
- Touchon M, Bernheim A, Rocha EPC. Genetic and life-history traits associated with the distribution of prophages in bacteria. ISME J. 2016;10(11):2744–2754.
- Brüssow H. What is needed for phage therapy to become a reality in Western medicine? Virology. 2012;434(2):138–142.
- Kutter E, De Vos D, Gvasalia G, Alavidze Z, Gogokhia L, Kuhl S, et al. Phage therapy in clinical practice: treatment of human infections. Curr Pharm Biotechnol. 2010;11(1):69–86.
- Sulakvelidze A, Alavidze Z, Morris JG Jr. Bacteriophage therapy. Antimicrob Agents Chemother. 2001;45(3):649–659.
- Nobrega FL, Vlot M, de Jonge PA, Dreesens LL, Beaumont HJE, Lavigne R, et al. Targeting mechanisms of tailed bacteriophages. Nat Rev Microbiol. 2018;16(12):760–773.
- Penadés JR, Chen J, Quiles-Puchalt N, Carpena N, Novick RP. Bacteriophage-mediated spread of bacterial virulence genes. Curr Opin Microbiol. 2015;23:171–178.
- Fillol-Salom A, Martínez-Rubio R, Abdulrahman RF, Chen J, Davies R, Penadés JR. Phage-inducible chromosomal islands are ubiquitous within the bacterial universe. ISME J. 2018;12(8):2114–2128.
- Boyd EF, Brüssow H. Common themes among bacteriophage-encoded virulence factors and diversity among the bacteriophages involved. Trends Microbiol. 2002;10(11):521–529.
- Keen EC. A century of phage research: bacteriophages and the shaping of modern biology. BioEssays. 2015;37(1):6–9.
- Principi N, Silvestri E, Esposito S. Advantages and limitations of bacteriophages for the treatment of bacterial infections. Front Pharmacol. 2019;10:513.
- Reardon S. Phage therapy gets revitalized. Nature. 2014;510(7503):15–16.
- Chan BK, Abedon ST. Phage therapy pharmacology: phage cocktails. Adv Appl Microbiol. 2012;78:1–23.
- Rohwer F, Thurber RV. Viruses manipulate the marine environment. Nature. 2009;459(7244):207–212.
- Canchaya C, Fournous G, Chibani-Chennoufi S, Dillmann ML, Brüssow H. Phage as agents of lateral gene transfer. Curr Opin Microbiol. 2003;6(4):417–424.
- Hyman P, Abedon ST. Bacteriophage host range and bacterial resistance. Adv Appl Microbiol. 2010;70:217–248.
- Dedrick RM, Guerrero-Bustamante CA, Garlena RA, Russell DA, Ford K, Harris K, et al. Engineered bacteriophages for treatment of a patient with a disseminated drug-resistant Mycobacterium abscessus infection. Nat Med. 2019;25(5):730–733.
- Abedon ST. Phage therapy of pulmonary infections. Bacteriophage. 2015;5(1):e1020260.

- Matsuzaki S, Rashel M, Uchiyama J, Sakurai S, Ujihara T, Kuroda M, et al. Bacteriophage therapy: a revitalized therapy against bacterial infectious diseases. J Infect Chemother. 2005;11(5):211–219.
- Nilsson AS. Pharmacological limitations of phage therapy. Ups J Med Sci. 2019;124(4):218–227.
- Górski A, Międzybrodzki R, Weber-Dąbrowska B, Fortuna W, Letkiewicz S, Rogóż P, et al. Phage therapy: combating infections with potential for evolving from merely a treatment for complications to targeting diseases. Front Microbiol. 2016;7:1515.
- Chan BK, Stanley G, Modak M, Koff JL, Turner PE. Bacteriophage therapy for infections in CF patients. Clin Rev Allergy Immunol. 2021;61(2):198–209.
- Burrowes B, Harper DR, Anderson J, McConville M, Enright MC. Bacteriophage therapy: potential uses in the control of antibiotic-resistant pathogens. Expert Rev Anti Infect Ther. 2011;9(9):775–785.
- Summers WC. Bacteriophage therapy. Annu Rev Microbiol. 2001;55:437–451.
- Hagens S, Loessner MJ. Bacteriophage for biocontrol of foodborne pathogens: calculations and considerations. Curr Pharm Biotechnol. 2010;11(1):58–68.
- Skurnik M, Pajunen M, Kiljunen S. Biotechnological challenges of phage therapy. Biotechnol Lett. 2007;29(7):995–1003.
- Pirnay JP, Verbeken G, Rose T, Jennes S, Zizi M, Huys I, et al. Introducing yesterday's phage therapy in today's medicine. Future Virol. 2012;7(4):379–390.
- Wright A, Hawkins CH, Anggård EE, Harper DR. A controlled clinical trial of a therapeutic bacteriophage preparation in chronic otitis due to antibiotic-resistant Pseudomonas aeruginosa. Clin Otolaryngol. 2009;34(4):349–357.
- McCallin S, Sacher JC, Zheng J, Chan BK. Current state of compassionate phage therapy. Viruses. 2019;11(4):343.
- De Smet J, Hendrix H, Blasdel BG, Danis-Wlodarczyk K, Lavigne R. Pseudomonas predators: understanding and exploiting phage–host interactions. Nat Rev Microbiol. 2017;15(9):517–530.
- Brüssow H, Hendrix RW. Phage genomics: small is beautiful. Cell. 2002;108(1):13–16.
- Oechslin F. Resistance development to bacteriophages occurring during bacteriophage therapy. Viruses. 2018;10(7):351.
- Young R, Gill JJ. Phage therapy redux—what is to be done? Science. 2015;350(6265):1163–1164.
- Harper DR, Parracho HM, Walker J, Sharp R, Hughes G, Werthén M, et al. Bacteriophages and biofilms. Antibiotics. 2014;3(3):270–284.
- Łusiak-Szelachowska M, Międzybrodzki R, Fortuna W, Weber-Dąbrowska B, Górski A. Bacteriophages and antibiotic interactions in clinical practice. Arch Immunol Ther Exp. 2013;61(4):273–278.
- Ryan EM, Alkawareek MY, Donnelly RF, Gilmore BF. Synergistic phage–antibiotic combinations for the control of Escherichia coli biofilms in vitro. FEMS Immunol Med Microbiol. 2012;65(2):395–398.
- Labrie SJ, Samson JE, Moineau S. Bacteriophage resistance mechanisms. Nat Rev Microbiol. 2010;8(5):317–327.
- Touchon M, Rocha EPC. Coevolution of bacteriophages and bacteria: an ecological and evolutionary perspective. Microbiol Mol Biol Rev. 2016;80(4):964–989.
- Domingo-Calap P, Delgado-Martínez J. Bacteriophages: protagonists of a post-antibiotic era. Antibiotics. 2018;7(3):66.
- Hodyra-Stefaniak K, Miernikiewicz P, Drapała J, Drab M, Jończyk-Matysiak E, Lecion D, et al. Mammalian host–versus–phage immune response determines phage fate in vivo. Sci Rep. 2015;5:14802.
- Torres-Barceló C. Phage therapy faces evolutionary challenges. Viruses. 2018;10(6):323.
- Wittebole X, De Roock S, Opal SM. A historical overview of bacteriophage therapy as an alternative to antibiotics for treatment of bacterial pathogens. Virulence. 2014;5(1):226–235.

NATURAL MODULATION OF THE GUT MICROBIOTA IN PATIENTS WITH FOOD ALLERGIES. IMPACT OF ALERGIPLANT

Major Gheorghe GIURGIU[1], Prof dr med Manole COJOCARU[2,3]
[1]Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania
https://orcid.org/0000-0002-5449-2712
[2]Academy of Romanian Scientists
[3]Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania
https://orcid.org/0000-0002-7192-7490

ABSTRACT

Background Dysbiosis or microbial imbalance, can predispose individuals to allergies, while a balanced gut microbiome, fosters immune tolerance. The immune mechanisms involved in food allergies are complex and little is known about the possible role of the gut microbiota in the aetiopathogenesis of food allergies.

Objective Alergiplant could modulate the immune system through gut microbiota in food allergies. Advancing knowledge of the gut microbiome and its function in modulating the course of food allergies, might result in novel therapeutic strategies.

Materials and methods The evaluation of the patients was based on history and physical examination. We investigated the effect Alergiplant in patients with food allergies.

Results Environmental factors such as urbanisation, pollution, and dietary habits also significantly contribute to food allergies risk. It is not clear whether microbial change in food allergies is an outcome of barrier defect or the cause of barrier dysfunction and inflammation. Manipulation of the gut microbiota as a method for modifying atopy, may be attempted in many ways including avoidance of certain foods, supplementation with probiotics and prebiotics, optimising nutrient intake, minimising stress, antimicrobial therapy, correction and prevention of low stomach acid, and faecal microbiota transplantation.

Conclusion The resident microbiota is important in maintaining structural and functional integrity of the gut and in immune system regulation. There was an increase of the intestinal permeability reported in patients with food allergies and a reduction of the gut microbiome diversity. Modifying gut microbiome by applying Alergiplant during early years may be a preventive and therapeutic option in high risk groups.

Keywords: food allergies, host-microbiome interaction; immune regulation; Alergiplant

AI AND CONTEMPORARY BUSINESS PRACTICES IN ARCHITECTURE. A CASE OF ARCHITECTURAL DESIGN INDUSTRY IN PAKISTAN

Ar. Dr. Omer Shujat Bhatti, Associate Professor & CoD, Dept. of Architecture, School of Architecture & Planning, UMT, Lahore
Ar. Hafiz Muhammad Ahmed Nadeem, Assistant Professor, Dept. of Architecture, NFC-IET, Multan. Independent Research & Management expert, Lahore.

Abstract:

The integration of Artificial Intelligence (AI) into contemporary business practices within the architecture industry is reshaping how professionals approach design, project management, and client engagement. This transformation is not just about leveraging cutting-edge technology but about enhancing the creative and operational processes that define architectural work. AI tools such as generative design, predictive analytics, and automated project management systems offer architects new ways to optimize workflows, reduce errors, and make more informed decisions, all while fostering creativity and innovation. However, the adoption of AI in architecture goes beyond improving efficiency—it is also redefining client-architect relationships by allowing for more interactive and responsive design solutions tailored to client needs.

Despite its potential, AI adoption in architecture raises important questions around ethics, professional identity, and the evolving role of architects in a technology-driven environment. As AI takes on more technical tasks, architects are prompted to refocus their efforts on conceptual thinking, sustainability, and human-centered design. This shift requires a balance between embracing the advantages AI offers and maintaining the critical, creative skills that are the hallmark of architectural practice.

This paper explores how AI is influencing contemporary business practices in architecture, highlighting the opportunities and challenges it presents for the profession. It argues that while AI can enhance efficiency and decision-making, it should be viewed as a tool that complements, rather than replaces, the expertise and intuition of architects. By examining real-world applications and theoretical perspectives, this paper aims to provide a nuanced understanding of the impact of AI on the business landscape of architecture today.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Business Strategies, Architectural Innovation, Digital Transformation

METABOLIC AND REDOX ADAPTATIONS TO TIME-EFFICIENT MODERATE EXERCISE IN PREDIABETES

Dr. Zubia Shah
MBBS, MPhil, PhD, DHPE, CODE
Associate Professor
Associate Dean Undergraduate
Chairperson, Department of Physiology
Khyber Girls Medical College, Peshawar, Pakistan.
ORCID ID: 0000-0002-5245-1116

Objectives: To determine the effect of moderate-intensity physical activity on glycaemic control and antioxidant capacity in the prediabetic population.

Methods: This experimental study was conducted in the Physiology Department of the Institute of Basic Medical Sciences at Khyber Medical University, Peshawar, Pakistan. A total of 50 adult prediabetic subjects, 22 females and 28 males, aged 18 to 35 years, were included.

The condition was diagnosed based on glycated haemoglobin levels of 5.7% to 6.4% and impaired fasting glucose (100-125 mg/dL). Anthropometric measurements and biochemical assays were performed before and after the exercise intervention. Participants engaged in moderate exercise for 30 minutes, with a maximum heart rate of 7% ± 5%, five days a week for eight weeks, monitored with a pedometer. An enzyme-linked immunosorbent assay was used to measure individual and total antioxidants.

Results: Anthropometric parameters decreased significantly after exercise. Similar changes were observed for fasting glucose ($p < 0.001$) and glycated haemoglobin ($p < 0.001$). A slight increase was noted in uric acid ($p<0.005$) and total antioxidant concentration ($p<0.001$). However, levels of superoxide dismutase, glutathione peroxidase, vitamin C, and nitric oxide decreased ($p<0.001$).

Conclusion: Moderate physical activity for 8 weeks significantly reduced individual antioxidant levels, led to a modest increase in total antioxidant capacity and uric acid, and was associated with a significant decline in anthropometric and diabetic profiles in the prediabetic population.

Keywords: anthropometry, antioxidants, physical activity, prediabetes, total antioxidant capacity

EFFECT OF LIPID BASED NUTRITIONAL SUPPLEMENTS DURING PREGNANCY ON MATERNAL ANTHROPOMETRY AND HEMATOLOGICAL INDICES; A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL

Kalsoom Tariq [1]
[1]Biochemistry department, Khyber Girls Medical College, Peshawar

ABSTRACT

Background: Supplementation with macro & micronutrients during pregnancy is crucial to support maternal health and fetal development. Key nutrients like folic acid, iron, and calcium help prevent birth defects, anemia, and strengthen bones. Ensuring adequate intake through supplements promotes a healthy pregnancy and reduces complications.

Objective: To investigate the effect of using lipid based supplements during pregnancy on body composition, BMI and hematological profile.

Material & Methods: A randomized controlled trial was undertaken from 2018 to 2019 to find out the effect of lipid based nutritional supplement (LNS) MAAMTA, on body composition, BMI and hematological findings. Forty underweight primigravidas from different tertiary care hospitals of Khyber Pakhtunkhwa were randomized into two groups of; Supplement: receiving MAAMTA plus antenatal treatment and Placebo: receiving placebo plus antenatal treatment. They continued taking these (MAAMTA/Placebo) from first antenatal visit till one week postnatal. Fasting blood samples were collected and anthropometric measurements taken at three different time points i.e; baseline visit, 16 weeks of gestation and post natal visit. After dropouts and one sample being hemolysed, data of thirty six participants was analyzed.

Results: The analysis of variance (ANOVA) indicated that the effect of time (i.e., the three measurement points: baseline, second trimester, and postnatally) on the BMI of participants was

statistically significant, with results showing $F(2, 68) = 44.8$, $P < 0.01$, and a partial eta squared (ηp^2)of 0.57. In a similar manner, time had a strong effect on participants' body weight, $F(2, 68) = 36.32$, $P< 0.01$, $\eta p^2 = 0.51$. Furthermore, the intervention group demonstrated a significant within-group effectof supplementation on weight, $F(2, 68) = 3.18$, $P = 0.048$, $\eta p^2 = 0.086$. For body mass, the withingroup analysis revealed a notable effect of supplementation, $F(1.37,46.7)=3.63$,$P= 0.050$, $\eta p^2 = 0.096$.A highly significant effect of time on mid-upper arm circumference (MUAC) was also evident,

$F(2, 68) = 9.70$, $P < 0.001$, $\eta p^2 = 0.222$. However, no notable impact was seen in case of hematological profile.

Conclusion: This study shows that antenatal supplementation with LNS has a beneficial effect on

BMI, weight, and MUAC, indicating improvement in anthropometric measures.

Keywords: Primigravida, supplement, Body mass index, Randomized controlled trial

Trial Registry: ClinicalTrials.gov Identifier: ISRCTN 10088578. Registered on 27 March 2018.

https://www.isrctn.com/ISRCTN10088578

.

HEPATOPROTECTIVE EFFECT OF *SALVADORA PERSICA* (MISWAK), VITAMIN B12 AND THEIR COMBINATION ON CARBON TETRACHLORIDE INDUCED TOXICITY IN RAT MODEL

Amna Mumtaz[1,2], Shamshad-ul-Hassan[2], Humaira Muzaffar[1], Arslan Iftikhar[1], Imran Mukhtar[1]
[1]Department of Physiology, Government College University, Faisalabad Pakistan
[2]Institute of Physiology & Pharmacology, University of Agriculture Faisalabad Pakistan

ABSTRACT

Liver has crucial job for conjugation and detoxification of various medications. Compounds like paracetamol, carbon tetrachloride and nitrosamines cause harm to liver. Common medications have side effects; therefore, herbal treatments are becoming popular due to minimal side effects. Focus of this research was to explore the hepatoprotective influence of *Salvadora persica* (Miswak), vitamin B12 and their combination on carbon tetrachloride (CCl_4) induced toxicity in rat model. Experimental trial consisted of 30 rats and was arranged in 6 equal groups. Negative control group received normal diet. CCl_4 (50% in liquid paraffin; 1ml/kg B.W; IP) was given to rats of all groups with one day gap for 15 days except negative control group. Standard treatment group received Salymarin (50mg/kg B.W.) for 15 days orally. Treatment group 1 received ethanolic extract of *S. persica* miswak sticks (500mg/kg B.W.) for 15 days orally. Treatment group 2 received vitamin B12 (5mg/kg B.W.) for 15 days orally. Treatment group 3 received ethanolic extract of *S. persica* miswak sticks (500mg/kg B.W.) + vitamin B12 (5mg/kg B.W.) for 15 days orally. All data were statistically analyzed using ANOVA with post hoc tests in Minitab and GraphPad Prism for graphical presentation. The results showed that in CCl_4 treated rats biochemical and histopathological assessments confirmed liver damage, oxidative stress and decreased hepatic function. *S. persica* and Vitamin B12 individually exhibited notable hepatoprotective effects against CCl_4 induced toxicity. *S.persica* and vitamin B12 combined group showed enhanced protective efficacy, indicating a potential synergistic effect. Combined group showed increased body weight, decrease in liver enzymes (AST, ALT and ALP), kidney markers (urea, uric acid and creatinine), decrease in TOS, and increase in TAC and improved liver tissue.

Keywords: *Salvadora persica*, vitamin B12, hepatoprotection, Carbon tetrachloride

UNDERSTANDING THE EXPRESSION LEVEL OF AKT AND PTEN GENES IN FEMALE BREAST CANCER

Fardos Tanveer, Humaira Muzaffar, Ghulam Hussain, Arslan Iftikhar
Department of Physiology, Government College University Faisalabad, Pakistan.

Abstract

Cancer is characterized by uncontrolled proliferation and differentiation with abnormal functioning of the cells. Hundreds of genes are involved in cancer. Breast cancer is introduced as a second most cause of mortality in females as well as it is most common malignancy in females round the globe after lungs cancer. The current study was designed to analyze the expression level of AKT and PTEN genes. Beta catenin signaling cascade and microRNA were also analyzed. Biopsy samples of breast tissue from breast cancer patients were taken from Allied and PINUM hospital. For histopathological examination biopsy samples were preserved in 10% formalin while as, for mRNA extraction the breast tissue biopsy samples were taken in RNA later. RNA was isolated in TRIZOL, gel electrophoresis was performed while as gene expression analysis were performed through qRT-PCR. Results were analyzed statistically for significance of data, one way ANOVA and DMR test were used and graphically data was presented by using graph pad prism. Results indicated a significant increase in expression level of AKT gene ($P < 0.05$) and significant decrease in expression of PTEN gene in tumor samples as compared to non-cancerous samples. The role of microRNA-145, microRNA-203 and microRNA-328 is also significant in breast carcinoma as they showed significant increased expression level at ($P < 0.05$). Histopathological examination revealed ductal carcinoma because variable, irregular ducts formation, empty lumens and infiltration in cords of varying thickness were observed.

Keywords: proliferation, malignancy, gel electrophoresis, proto-oncogene

LIPOSOME-BASED VACCINE DELIVERY SYSTEMS

S.R.Prathithasri
First year Doctor of Pharmacy
Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai, Tamil Nadu, India.
Dr.R. Devi
ORCID ID:0000-0002-6554-6771
Professor, Department of Pharmaceutics,
Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai, Tamil Nadu, India.
Dr.R. Srinivasan
Professor & Dean
Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai, Tamil Nadu, India.

Abstract

Liposomes have established themselves as highly versatile and effective vehicles for drug delivery. Unlike traditional methods, these lipid-based vesicles excel at directing treatments to specific biological targets, maintaining steady drug release, and shielding active ingredients from premature breakdown or elimination. These advantages lead to improved patient outcomes and fewer side effects, which has fueled the clinical adoption of numerous liposomal medications over the last several decades.

This review examines liposomal products sanctioned by primary regulatory bodies, specifically the U.S. Food and Drug Administration (FDA) and the European Medicines Agency (EMA). By analyzing official regulatory documentation, including FDA approval packages and EMA Public Assessment Reports, this paper details the essential chemical and pharmaceutical properties of these therapies. Specific focus is placed on the selection of lipid excipients, manufacturing workflows, methods for achieving precise particle sizes, and techniques for drug loading and ensuring Critical Quality Attributes (CQAs).

Additionally, the article summarizes the existing regulatory landscape and explores the trajectory of future liposomal innovations. These findings serve as a technical roadmap for researchers and developers, offering guidance that spans from initial laboratory discovery to industrial-scale production.

Keywords:

Liposomes, drug delivery, lipid excipients, drug loading, marketed products

HYDROGEN STORAGE POTENTIAL OF LI-DECORATED TIB_2 MBENE MONOLAYER

H. Ouhenou [1 *], M. Agouri [1] , A. Waqdim [1] , S. Elfilali[1], A. Abbassi [1] , S.Taj [1] , B. Manaut [1]
[1]Laboratory of Research in Physics and Engineering Sciences,
Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, 23000, Morocco.

Abstract

Efficient and reversible hydrogen storage materials are essential to support the rapid growth of clean energy technologies. In this work, we examine the hydrogen storage capacity of lithium-decorated titanium diboride (TiB_2) monolayers as an MBene material. We conduct a systematic analysis of the structural stability, electronic properties, and hydrogen adsorption properties of pristine and lithium-decorated TiB_2 monolayers, using first- principles density functional theory (DFT) calculations combined with dispersion corrections. With strong binding energies (−3.38 eV), we observe that lithium atoms preferentially adsorb onto the most energetically favorable sites, effectively inducing charge transfer and polarization effects that enhance the interaction with hydrogen. With an adsorption energy of −0.20 eV/H_2, and both gravimetric and volumetric capacities of about 5.24%*wt* and 95 g/L, respectively, in the $8H_2$@2Li@TiB_2 configuration, the optimized structures demonstrate the ability to adsorb multiple hydrogen molecules per lithium atom, thereby meeting the energy storage targets set by the U.S. Department of Energy (DOE).

Keywords: Energy storage, Density functional theory, 2D materials, Hydrogen storage, Li-Decoration.

APLLICATION OF ENERGY EFFICIENCY STRATEGIES IN DESIGN OF SHOPPING MALL IN MINNA, NIGER STATE, NIGERIA.

ROBERT, Tenong Gortah
M.TECH/SET/2022/12975
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE
SCHOOL OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY
FEDERAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY MINNA, NIGER STATE

Abstract

Shopping malls are among the most energy-intensive commercial buildings, particularly in hot-dry climates, where maintaining thermal comfort often requires extensive mechanical cooling and artificial lighting. In Minna, Niger State, Nigeria, the design and operation of shopping centres contribute significantly to energy demand, yet the integration of energy efficiency strategies remains limited. This study investigates the awareness, application, and potential for energy-efficient design in shopping malls in Minna, with the aim of identifying strategies that reduce energy consumption while enhancing environmental performance and user comfort. A descriptive research whereby mixed-methods design was employed, combining surveys of 80 professionals, case studies of four major shopping centres, and direct field observations. Data were analysed using descriptive statistics and thematic interpretation. The results indicate that professional awareness of energy-efficient design strategies is high (93.3%), but actual implementation in shopping malls is inconsistent, constrained by cost factors, policy gaps, and client preferences. Respondents strongly endorsed the early integration of passive cooling systems, natural ventilation, renewable energy technologies, and stakeholder collaboration. The study also found that proper architectural planning can significantly reduce HVAC loads in hot-dry climates. The study concludes that the technical expertise, climatic potential, and professional readiness for energy efficiency already exist in Minna; however, stronger policy enforcement, capacity building, and economic incentives are needed to translate these into widespread practice. The study recommends mandatory performance-based building codes, promotion of renewable energy adoption, and enhanced use of quality local materials to achieve sustainable, climate-responsive shopping mall designs that support Nigeria's broader energy conservation and climate resilience goals.

Keywords: Shopping centres, Energy efficiency, Design strategies.

NUMERICAL SIMULATION OF CIGS SOLAR CELLS INCORPORATING A ZNS INSULATION LAYER

Abdelali Laid[1]*, Abed zoulikha[1], Aced Mohamed reda[1]
[1]Applied Materials Laboratory, University Djillali Liabes of Sidi Bel Abbes, Algeria

ABSTRACT

In this paper,we present a simulation of a CIGS solar cell with a ZnSbuffer layer, performed using the Silvaco-Atlas simulator. However, we obtained anefficiency of 24.13%,short-circuitcurrent of 37.81 mA/cm^2, an open circuit voltage of 740 mV, and a fill factor of 78.78% at was around 1.41 eV, corresponding to an x ratio of 0.5 for the CIGS solar cell using a ZnS buffer layer. We optimized the performance of the ZnS/CIGS solar cell with the improved effects of layer parameters such as thickness and acceptor densities ZnS buffer layers.

KEYWORDS: Buffer layer (ZnS),CIGS,Solar cell,Optimization,Silvaco-Atlas

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF CALCIUM-ENRICHED COOKIES FORTIFIED WITH EGGSHELL POWDER

MD Moien
Student M.Sc. FT, DFST, I.K. Gujral Punjab Technical University, Kapurthala

ABSTRACT

Calcium deficiency remains a significant public health concern in India, contributing to osteoporosis, reduced bone mineral density, and increased fracture risk across different age groups. The recommended dietary allowance (RDA) for calcium in adults is approximately 600 mg/day; however, habitual diets often fail to meet this requirement. Food fortification offers a practical and sustainable approach to improving calcium intake at the population level. Eggshell powder (ESP), a by-product of the poultry industry, is a rich and economical source of calcium carbonate ($CaCO_3$), containing approximately 38–40% elemental calcium. The present study aimed to develop and evaluate calcium-enriched cookies fortified with eggshell powder and to assess their physicochemical, nutritional, and sensory characteristics.

Eggshells were collected, cleaned, boiled for sterilization, oven-dried, and finely ground to obtain standardized eggshell powder. The elemental calcium content of ESP was considered as 38%, and fortification levels were calculated based on the Indian RDA for calcium. Cookies were formulated using refined wheat flour with ESP incorporated at varying levels (0%, 3%, 4%, and 5% per 100 g flour), corresponding to approximately 20–30% of the RDA per serving. The prepared cookies were evaluated for proximate composition, calcium content, physical properties (diameter, thickness, spread ratio), texture profile analysis, and sensory attributes using a semi-trained panel.

Results indicated a significant increase in ash and calcium content with increasing levels of eggshell powder incorporation. Calcium content increased proportionally with fortification level, confirming the efficiency of ESP as a natural calcium source. However, higher fortification levels slightly affected physical properties, with a marginal reduction in spread ratio and increased hardness due to mineral interaction with the gluten matrix. Sensory evaluation revealed that cookies fortified up to 4% ESP were acceptable in terms of color, taste, texture, and overall acceptability, whereas 5% incorporation resulted in a slight chalky mouthfeel.

The optimized formulation (4% ESP per 100 g flour) provided approximately 150–170 mg calcium per serving, contributing around 25–28% of the adult RDA. This level aligns with recommended fortification practices while maintaining desirable sensory quality. The study demonstrates that eggshell powder can serve as an effective, low-cost, and sustainable calcium

fortificant in bakery products. Additionally, the utilization of eggshell waste supports environmental sustainability by reducing agro-industrial by-products.

In conclusion, calcium-fortified cookies developed using eggshell powder represent a nutritionally enhanced functional food with potential for addressing dietary calcium insufficiency. Further studies on bioavailability, storage stability, and consumer acceptability at a larger scale are recommended to support commercial application.

AGROPHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF A NATIONWIDE MOROCCAN CAPRIFIG COLLECTION (FICUS CARICA L. VAR. CAPRIFICUS) CULTIVATED IN THE SAÏSS PLAIN

Mohamed El Kadi [1,2], Mohammed Boutahricht[2], Ibtissame Guirrou[1], , [1], , Jamal Charafi [1*] Mohamed boutahricht [2]
[1] Regional Agricultural Research Center of Meknes, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennasr,P.O. Box 415, Rabat 10090, Morocco.
[2] LABORATOIRE DE RESSOURCES NATURELLES, SANTE ET ENVIRONNMENT Université Moulay Ismaïl, Faculté des sciences,
ORCIDs:
Mohamed El Kadi: 0009-0004-1466-7823
Ibtissame Guirrou: 0000-0001-5230-9112
Jamal Charafi: 0000-0003-3301-177X
Mohamed Boutahricht

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the agrophysiological characteristics of caprifig diversity (*Ficus carica* L. var. *caprificus*) in Morocco, by focusing on its essential role in caprification and its adaptation to environmental challenges. A set of accessions was evaluated through stomatal parameters (index, density and dimensions), physiological parameters (stomatal conductance and leaf temperature), biochemical parameters (chlorophylls, proline and cuticular wax) and leaf anatomical traits.Statistical analyses showed that the varietal factor and the year factor had a highly significant effect on all studied variables, whereas the variety × year interaction was not significant, which indicates a strong genetic component and a relative stability from one year to another of the studied traits. Multivariate analyses (PCA and correlations) showed that the diversity was functionally structured along two main axes: (i) an axis related to general physiological functioning (photosynthesis and osmotic adjustment) and (ii) an axis reflecting opposing water adaptation strategies between stomatal regulation and biochemical protection.The results show a strong variability of stomatal traits, photosynthetic pigments, proline and stomatal conductance, reflecting differentiated strategies of water and carbon management. The constitution of distinct genotype groups indicates a high functional diversity of the studied germplasm.These results highlight the interest of leaf traits as integrative descriptors of physiological diversity and open perspectives for the identification of genotypes adapted to arid and semi-arid conditions and for the improvement of the pollination function of caprifig.

TEMPOROMANDIBULAR JOINT PAIN RESULTING FROM TRAUMA: A LITERATURE REVIEW

Dr. Rinese Shala
Faculty of Medicine, University of Prishtina, Prishtina, Kosovo

Abstract

Temporomandibular joint (TMJ) pain represents a significant clinical and functional problem, particularly when it occurs as a consequence of craniofacial trauma. The aim of this paper is to present a literature review focusing on the role of trauma in the development of temporomandibular joint pain, based on published scientific evidence and relevant clinical studies. The reviewed literature indicates that both direct and indirect trauma, including mandibular impacts, traffic accidents, and dental trauma, may result in structural and functional damage to the components of the temporomandibular joint, such as the articular disc, joint capsule, and surrounding musculature. This literature review aims to synthesize current evidence on trauma-induced TMJ disorders in children, while also highlighting the prevalence and prevention of dental fractures associated with inadequate protective measures. Emphasis is placed on early diagnosis, interdisciplinary management, and the importance of preventive strategies, including the routine use of mouthguards in high-risk activities.These injuries commonly manifest as acute or chronic pain, limitation of mandibular movement, joint sounds, and muscular tenderness. The evidence emphasizes the importance of early and accurate diagnosis, as well as the differentiation of trauma-related TMJ pain from other forms of temporomandibular disorders, in order to prevent long-term complications. In conclusion, trauma constitutes a significant etiological factor in temporomandibular joint pain, and its management requires an evidence-based and multidisciplinary approach.

Keywords: temporomandibular joint, trauma, orofacial pain, temporomandibular disorders

MECHANISMS OF REVERSE OSMOSIS MEMBRANE FOULING AND THE CRITICAL ROLE OF PRETREATMENT OPTIMIZATION

LABYAD Soukayna [1]*, EL FAKIR El Habib [2], LOUKILI Hayat [2], HAJAJI Souad[1],
[*1] Mohammed V University in Rabat, Faculty of Sciences of Rabat, Rabat, Morocco.
[2] University of Hassan II - Casablanca, FSTM, Mohammedia, Morocco.

Abstract

Reverse osmosis (RO) membrane fouling constitutes a major constraint in desalination and drinking water production processes, affecting hydraulic performance and system durability. It is primarily manifested by an increase in transmembrane pressure, a decline in permeate flux, and an increase in chemical cleaning requirements. This study aims to analyze the main fouling mechanisms encountered in RO systems, namely particulate fouling, organic fouling, biological fouling (biofouling), and inorganic fouling (scaling). These phenomena are closely related to the physicochemical characteristics of the feed water, particularly turbidity, organic matter content, and ionic composition. Special attention is given to the impact of pretreatment on fouling mitigation. Processes such as coagulation–flocculation, granular or membrane filtration, as well as disinfection and chemical conditioning, play a decisive role in improving feed water quality. Proper optimization of these steps can significantly reduce membrane fouling, extend membrane lifespan, and stabilize hydraulic performance.

This study highlights the importance of an integrated pretreatment approach as a key lever for optimizing the operation of reverse osmosis systems.

Keywords: Reverse osmosis, Fouling, Pretreatment, Biofouling, Scaling, Desalination, Water treatment

CLIMATE VARIABILITY, LIVELIHOOD VULNERABILITY AND HAPPINESS AMONG PASTORALIST COMMUNITIES IN BOSSO LOCAL GOVERNMENT OF NIGER STATE, NIGERIA: AN EMPIRICAL STUDY

[1]Isah Shamsudeen
[2]Mohammed Isah Mohammed
[3]Mohammed Nasir
[4]Abubakar Sadik Shehu
Department of Economics
School of Secondary Education, Arts and Social Sciences
Umaru Sanda Ahmadu College of Education Minna, Niger State, Nigeria
ORCID:0009000772748877

Abstract

Pastoralist communities in Niger State, Nigeria, are increasingly vulnerable to climate variability, yet little is known about how such environmental shocks affect their subjective well-being. This study examines the impact of climate-induced livelihood disruptions on the happiness of nomadic households in Bosso Local Government Area. Drawing on the Sustainable Livelihoods Framework, Human Ecology Theory, and Bentham's Utility Theory, the study conceptualizes happiness as a function of climate perception, drought frequency, grazing land availability. Using purposive sampling, 370 pastoralist households were surveyed, yielding 354 valid responses. Data were collected via a structured Likert-scale questionnaire and analyzed using factor analysis and robust probit regression. Results indicate that climate variability perception and drought frequency significantly reduce the likelihood of reporting happiness, with marginal effects of -33.2% and -29.6% respectively. Other socio-economic variables were not significant. The model explains 63.6% of the variation in happiness (pseudo R^2 = 0.636). The findings highlight that climate-related livelihood shocks are primary determinants of well-being among pastoralists. The study recommends among others that Providing timely information on climate variability and drought can help pastoralists make informed decisions.

Keywords: Climate variability, pastoralists, livelihood vulnerability, happiness, Niger State

CORROSION INHIBITION OF CARBON STEEL BY PYRAZOLE DERIVATIVES: EXPERIMENTAL STUDY AND MODELING (DFT, MOLECULAR DYNAMICS, AND MONTE CARLO)

Soukaina Elorchi [*1], Mimoun Belhadi[2], Mohammed Chafi[2], Mohammed Salah[1]
[1]*Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Chouaïb Doukkali University, El Jadida, Morocco*
[2]*LP2MGI, Higher School of Technology, Hassan II University of Casablanca, P.O. Box 8012, 20000, Oasis, Morocco*

Abstract

This study aims to inhibit the corrosion of C48 steel in a 1.0 mol/L HCl solution (298-328 K) through the adsorption of newly synthesized pyrazole ligands (Pyr1 and Pyr2). Performance was evaluated using chemical (weight loss), electrochemical (PDP, EIS), and surface (SEM) methods, supported by DFT and MD calculations. Maximum inhibition efficiencies reached 95.00% (Pyr1) and 89.55% (Pyr2) at 10−3 mol/L. EIS spectra show increased polarization resistance and reduced double layer capacitance (Cdl) due to interfacial adsorption. PDP curves classify the inhibitors as mixed-type, following the Langmuir isotherm, which is confirmed by SEM and UV-visible revealing a protective film. While DFT parameters poorly align with experimental data, MD simulations confirm optimal parallel adsorption for Pyr1. These results pave the way for advanced pyrazole-based inhibitors.

Keywords: Corrosion inhibition, Pyrazole ligands, C48 steel, EIS, PDP, Langmuir isotherm, DFT, MD simulations, Electrochemical Techniques.

SYNTHESIS OF 2-ETHYLHEXYL 5-BROMOTHIOPHENE-2-CARBOXYLATES: ANTIBACTERIAL ACTIVITIES AGAINST SALMONELLA TYPHI; DOCKING STUDIES VALIDATION; PHARMACOKINETICS AND DFT DETERMINATION OF STRUCTURAL FEATURES

Ayesha Tariq[1], Nasir Rasool[1], Hasan Abbas[1], Aqsa Kanwal[1]
[1]Department of Chemistry, Government College University Faisalabad, Punjab, Pakistan

Abstract

Current study has produced a novel class of thiophene-based compounds of 5-bromothiophene-2-carboxylic acid (1). By coupling processes of 2-ethylhexyl 5-bromothiophene-2-carboxylate (3) with different arylboronic acids, all analogues 4A-4G were produced under ideal circumstances. According to the findings, most of the compounds had encouraging and potent *in vitro* antibacterial activity. In comparison to ciprofloxacin and ceftriaxone, 2-ethylhexyl-5-(p-tolyl)thiophene-2-carboxylate (4F) in particular, demonstrated exceptional antibacterial activity (MIC value 3.125 mg/mL) against XDR Salmonella Typhi. A molecular docking study of thiophene derivatives 4A-4G against XDR S. Typhi was used to examine the intermolecular interaction. Ciprofloxacin and functionalized thiophene molecules' binding affinities were compared to bacterial enzyme values 5ztj is the PDB ID. Therefore, 4F demonstrated the best potential value and appears to be a viable antibacterial agent. The electrical, structural and spectroscopic characteristics of the recently synthesized compounds 4A-4G were investigated using density functional theory (DFT) calculations.

Keywords: 2-ethylhexyl 5-bromothiophene-2-carboxylate, Suzuki coupling, XDR Salmonella Typhi, antimicrobial, molecular docking, density functional theory

DESIGN, SIMULATION, AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF A 3D CAD-BASED WATER FLOW VISUALIZATION SETUP FOR FLOW REGIME ANALYSIS

Md. Ashikur Jaman Sakib
Department of Mechanical Engineering, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur-5200, Bangladesh

Abstract

Fluid mechanics, hydraulics, and environmental engineering are just a few of the many fields of engineering that rely on knowing how water flows. To improve designs and make systems work better, it is important to have an accurate flow regime visualization. Traditional flow visualization methods often can't look at complicated flow behaviors in real time or in complicated situations. The hard part is making a setup that accurately copies and shows how water flows in three-dimensional space. This work aims to develop, simulate, and experimentally assess a 3D CAD-based water flow visualization system to accurately depict various flow regimes, including laminar, transitional, and turbulent flows, in a controlled environment. A 3D CAD model was made for the experiment by using flow visualization techniques like particle tracing and dye injection. Simulations that used computational fluid dynamics (CFD) methods were used to guess how water would flow. Experimental validation was conducted through physical testing in a water channel equipped with sensors and cameras. The results showed that the system could quickly show and tell the difference between different flow regimes. Simulations that closely matched what was seen in experiments confirmed that the arrangement was correct. This study presents a novel, validated approach for visualizing 3D water flow and provides valuable insights into flow regime analysis. It can be utilized in fluid dynamics research, engineering design, and fluid mechanics education.

Keywords- *Water Flow Visualization; 3D CAD Modeling; Flow Regime Analysis; Computational Fluid Dynamics (CFD); Experimental Validation*

RECENT PROGRESS IN THE SYNTHETIC STRATEGIES AND FUNCTIONALIZATION OF THIOPHENE SCAFFOLDS

Tanzeela[1], Dr. Matloob Ahmad[1], Dr. Furqan Ahmad Saddique[1], Dr. Muhammad Akash[1], Tanzeela Riaz[1]
[1]Department of Chemistry, Government College University, Faisalabad, Pakistan.

Abstract

The thiophene derivatives chemistry has received significant attention due to their eminent role in pharmaceutical and biologically active molecules. Due to the presence of a sulfur atom, thiophene is a five-membered heterocycle with unique electronic characteristics, including aromatic stability and electron-richness, which makes it a very promising compound in various chemical reactions and molecular engineering. The synthesis and functionalization of thiophene structures have been the focus of modern methodology of efficient, selective, and sustainable approaches, such as multicomponent reactions, transition metal catalyzed reactions, and green synthetic methods, which allow rapid generation of structurally diversified products with a high atom economy and less environmental impact. Functionalized thiophene derivatives have a diverse array of biological properties including antimicrobial, anticancer, anti-inflammatory, antiviral and antioxidant activities and are therefore useful in drug discovery and development. Additionally, thiophene has a structural versatility that enables the insertion of other substituents, Together, these developments highlight the increased significance of thiophene chemistry as an efficient platform to the realization of new therapeutic agents and enhanced functional materials.

Keywords: Thiophene derivatives, Biologically active, Drug discovery

COMPRESSIVE STRAIN EFFECTS ON THE PHOTOCATALYTIC AND OPTOELECTRONIC PROPERTIES OF $CSINBR_3$ FOR EFFICIENT HYDROGEN PRODUCTION: A DFT STUDY

Aya Chelh*, Houda Siah, Meryem Sabri, Hamid Ez-Zahraouy
Laboratory of Condensed Matter and Interdisciplinary Sciences, "Labeled Research Unit CNRST", URL-CNRST-17, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Morocco

ABSTRACT

This study explores the photocatalytic activity of the cesium indium bromide halide perovskite ($CsInBr_3$) and the influence of compressive strain on its physical properties. Using density functional theory, the structural, mechanical, electronic, optical, and photocatalytic characteristics of $CsInBr_3$ were studied. The results show that the computed formation energy values confirm the enhanced stability of the material under all studied conditions. Moreover, the application of the compressive strain at various levels (0%, -2%, -4%, and -6%) significantly improves the photocatalytic activity. At-6% of strain, the solar-to-hydrogen (STH) efficiency being 25.94%. Furthermore, this study demonstrates that the compressive deformation optimizes the electronic properties of CsInBr3, improving charge carrier generation and the water-splitting performance of the material. Besides, the CsInBr3 material is also found to be a great candidate for CO_2 photoreduction, exhibiting stable photocatalytic activity under a broad pH range. These findings bring us a step closer to the development of efficient, low-cost perovskite-based photocatalysts for clean hydrogen production and demonstrate the role of the compressive strain in optimizing photocatalytic and optoelectronic properties for sustainable energy applications.

Keywords: Halide perovskite, Photocatalytic efficiency, Compressive deformation, Hydrogen production, Water-splitting.

FIRST-PRINCIPLES INVESTIGATION OF THE MECHANICAL, ELECTRONIC, OPTICAL, PHOTOCATALYTIC, AND THERMODYNAMIC PROPERTIES OF CS_2BBR_6 (B = SI, TI, AND SN) DOUBLE PEROVSKITES

Houda Siah*, Aya Chelh, Meryem Sabri , Hamid Ez-Zahraouy
Laboratory of Condensed Matter and Interdisciplinary Sciences, "Labeled Research Unit CNRST", URL-CNRST-17, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Morocco

ABSTRACT

The present study describes the detailed first-principles investigation of the mechan ical, electronic, optical, photocatalytic, and thermodynamic behaviors of the Cs2BBr6 (B = Si, Ti, Sn) double perovskite family. The calculated formation energies confirm their thermodynamic favorability, while elastic parameters indicate robust mechanical stability with distinct variations in stiffness, ductility, and anisotropy across the series. In addition, the indirect band gaps from electronic band-structure and density-of-states results show magnitudes that are strongly dependent on the B-site cation, underlining the role of chemical substitution in modulating electronic behavior. Strong absorp tion features, notable dielectric responses, and high optical conductivity in the optical analyses suggest their feasibility in optoelectronic applications. Evaluation of the band edges also revealed that all the compounds have energetically appropriate positions for both water-splitting reactions and CO2 reduction pathways, with Cs2SnBr6 being the most favorable compound for photocatalytic activity. Thermodynamic properties derived using the quasi-harmonic Debye model revealed predictable heat-capacity evo lution, decreasing Gibbs free energy with temperature, and pressure-induced lattice stiffening. Overall, the Cs2BBr6 perovskites emerge as promising candidates for vari ous renewable-energy technologies like hydrogen production, photocatalysis, and CO2 conversion

Keywords: Halide double perovskites; Cs2BBr6; Photocatalysis; Hydrogen pro duction; CO2 reduction.

AB-INITIO INVESTIGATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF LIBH3 PEROVSKITE FOR HYDROGEN STORAGE APPLICATIONS

Meryem Sabri*, Aya Chelh, Houda Siah, Hamid Ez-Zahraouy
Laboratory of Condensed Matter and Interdisciplinary Sciences, "Labeled Research Unit CNRST", URL-CNRST-17, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Morocco

ABSTRACT

In this paper, a comprehensive ab initio investigation of novel hydride perovskites LibO3−xHx (x = 0, 1, 2, 3) was conducted using density functional theory. Their structural, mechanical, thermal, electronic, and optical properties were systematically explored, along with their hydrogen storage capacity and potential as efficient solidstate hydrogen storage materials. Following oxygen-to-hydrogen substitution, LiBH3 is also examined under 5% and 10% tensile strain to enhance its hydrogen desorption behavior. The complete hydrogenated compound, LiBH3, exhibits a high gravimetric hydrogen storage capacity of 14.55 wt% and a desorption temperature of 362.10 K, which is higher than that of many conventional hydrides. However, this is achieved at the cost of thermal and mechanical stability. The application of strain effectively lowers the desorption temperature to 343.23 K at 5% strain and 299.93 K at 10% strain, enabling more practical hydrogen release. These findings highlight strain-engineered LiBH3-based perovskites as tunable, cost-effective materials for hydrogen storage and motivate future experimental validation for clean energy applications.

KeyWords:

Hydride perovskites, LiBH3, Density Functional Theory, Hydrogen storage, Gravimetric capacity, Desorption temperature.

IMPACT OF COMPLETE SULFUR SUBSTITUTION BY SELENIUM AND TELLURIUM ON THE STRUCTURAL, ELECTRONIC, OPTICAL, AND PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF $CAAL_2S_4$: A DFT INVESTIGATION

Aya Chelh*, Houda Siah, Meryem Sabri, Hamid Ez-Zahraouy
Laboratory of Condensed Matter and Interdisciplinary Sciences, "Labeled Research Unit CNRST", URL-CNRST-17, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Morocco

ABSTRACT

Spinel compounds have emerged as serious competitors for a wide range of applications due to their superior stability, low cost and versatile structural and electrical properties. This work demonstrates the possibility of using $CaAl_2X_4$ in renewable energy applications and is the first communication of its photocatalyst activity as a function of X (S, Se, and Te). First-principles calculations were carried out to explore the impact of complete substitution of sulfur (S) with selenium (Se) and tellurium (Te) on the structural, mechanical, electronic, optical, photocatalytic and thermodynamic properties of the spinel $CaAl_2S_4$. The properties were systematically calculated to analyze their potential towards various technological applications. The calculated formation energies guaranteed the enhanced stability of all the materials under study. Pure $CaAl_2S_4$ exhibited an indirect band gap of 3.043 eV, while full substitution with Se and Te reduced the band gap to 2.094 eV and 0.918 eV, respectively. This reduction in band gap improves the optical response of the materials, stretching their absorption and conductivity to the visible and infrared ranges. The compounds thus emerge as potential candidates for solar cell and optoelectronic applications. In addition, the study explored the CO_2 photoreduction potential of the materials, their resistance to degradation, and how pH affects their photocatalytic activity. The findings of this research are helpful in encouraging the development of low-cost and high-performance spinel-based photocatalysts for the production of green hydrogen.

Keywords: Spinel, $CaAl_2S_4$, DFT, Electronic properties, Optical properties, Photocatalytic.

BAND GAP NARROWING AND VISIBLE-LIGHT ABSORPTION IN CHALCOGEN-DOPED NATAO$_3$ FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

Houda Siah*, Aya Chelh, Meryem Sabri
Laboratory of Condensed Matter and Interdisciplinary Sciences, "Labeled Research Unit CNRST", URL-CNRST-17, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Morocco

ABSTRACT

In this work, we investigate the potential of chalcogen doping NaTaO3 for enhancing the photovoltaic and thermoelectric performance by employing first-principles density functional theory and semiclassical Boltzmann transport theory. Structural optimisation confirms the stability of the orthorhombic perovskite structure, and the calculated negative formation energies indicate thermodynamic favorability for S and Se doping.

Electronic structure computations reveal a significant reduction in the band gap, from 4.22 eV (pristine) to 0.86 eV for NaTaO2.75Se0.25, accompanied by decreased effective masses of electrons and holes, implying improved carrier mobility. Notably, the doped systems exhibit p-type semiconducting behavior, which is beneficial for charge transport in optoelectronic and energy conversion devices. Optical analyses show enhanced absorption in the visible range and increased optical conductivity, particularly in Se-doped configurations. Furthermore, thermoelectric calculations demonstrate a marked enhancement in the Seebeck coefficient and a reduction in electronic and thermal conductivities, resulting in a peak ZT value of approximately 1.3 at 700 K for the Se-doped compound. These findings demonstrate that chalcogen doping is an effective strategy to simultaneously adjusting the optoelectronic and thermoelectric properties of NaTaO3-based perovskite, making them promising candidates for next-generation energy applications such as photovoltaic and thermoelectric devices.

Keywords: Perovskite, NaTaO3, Doping, Chalcogen, Photovoltaic, Thermoelectric devices.

DFT INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL, OPTOELECTRONIC, THERMOELECTRIC, AND THERMODYNAMIC PROPERTIES OF METAL PHOSPHIDES MP2 (M = CO, RH, AND IR)

Meryem Sabri*, Aya Chelh, Houda Siah
Laboratory of Condensed Matter and Interdisciplinary Sciences, "Labeled Research Unit CNRST", URL-CNRST-17, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat, Morocco

ABSTRACT

Materials science is concerned with the development of novel materials that possess specified physical characteristics. In this work, we study MP2 (M = Co, Rh,nIr)compounds which crystallize in the monoclinic structure with formation energy equal to -11.72eV, -11.62, and -11.13 for CoP2, RhP2, and IrP2, respectively. These materials in high temperature present an important advance for thermoelectric applications. First-principles calculations with density functional theory (DFT) are employed to investigate the electrical, optical, thermoelectric, and thermodynamic properties of MP2 (M = Co, Rh, and Ir) compounds. All computations are performed using density functional theory (DFT) and the Wien2K method. By combining the modified Becke-Johnson of Tran-Blaha potential (TB-mBJ) with the approximated gradient geńeralise (GGA), the precision of the restricted band has been optimized. This approach, inconjunction with tools like GIBBS2 and Boltzmann's theory of transport, has made it possible to ascertain the thermodynamic and thermoelectric properties of the materials under study. The results show that these materials have a straight band gap of CoP2 is 4.78 eV, whereas the indirect band gaps of RhP2 and IrP2 are 0.575 eV and 0.875 eV, respectively.The optical characteristics indicated good optical absorption and conductivity in the ultraviolet and visible ranges. Furthermore, using Boltzmann's theory, It was revealed that the figure of merit ZT is more than 1.7 at a temperature of T =700K, notably for CoP2. In fact, our study demonstrates that MP2 (M = Co, Rh, and Ir) compounds might be effective in ultraviolet and visible photoelectric applications,as well as thermoelectric applications.

Keywords: Formation energy, Density functional theory, GIBBS2, Figure of merit.

SELF-MEDICATION WITH MEDICINAL PLANTS IN CHILDREN IN MOROCCO

Fatima El hilah
Laboratory of Botany, Biotechnology and Plant Protection, Faculty of Sciences, university ibn tofail, Morocco.
Aicha Rossafi
Laboratory of Natural Resources and Sustainable Development, Faculty of Sciences, university ibn tofail, Morocco.
Soukaina Njili
Laboratory of Natural Resources and Sustainable Development, Faculty of Sciences, university ibn tofail, Morocco.
Jamila Dahmani
Laboratory of Botany, Biotechnology and Plant Protection, Faculty of Sciences, university ibn tofail, Morocco.
Nadia Belahbib
Laboratory of Botany, Biotechnology and Plant Protection, Faculty of Sciences, university ibn tofail, Morocco.

ABSTRACT

Background : Traditional medicine is an important component of primary healthcare in Morocco, especially for pediatric patients where mothers are the main caregivers. Although the use of medicinal plants to treat childhood illnesses is prevalent, maternal phytotherapeutic practices do not appear to be well synthesized at a national scale. This gap prevents health professionals and policymakers from being able to evaluate the safety and cultural appropriateness of such practices.

Objective : This systematic review aimed to identify, analyze and synthesize available data related to maternal self-medication practices with the use of medicinal plants for children in Morocco, considering differences between urban and rural contexts.

Methods : A systematic literature search was performed in PubMed, Scopus, Web of Science and Google Scholar based on combined keywords : medicinal plants, self-medication, children, mothers, Morocco ethnobotany and phytotherapy pediatric. Studies were screened and selected based on the PRISMA guidelines. Inclusion criteria comprised ethnobotanical surveys, cross-sectional studies, and qualitative studies from Morocco reporting on plant use in children as cared for by their mothers or female caregivers.

Expected Results : The review will identify the most prevalent plants cited for use in pediatric settings, diseases and conditions that children more frequently suffer from, modes of preparation and administration as well as mothers' sociodemographic profile. Differences in access to traditional medicine and use of herbal medicines will be compared across urban and rural settings.

Conclusion : This review represents the first systematically perusal of maternal ethnobotanical practices in Moroccan pediatric healthcare. These findings are intended to inform clinical practice, and child health policies, as well as identify priority areas for future pharmacological and safety research on pediatric phytotherapy in Morocco.

Keywords : herbal medicine, self-medication, children, mothers, Morocco, ethnobotany systematic review, Pediatric health care.

Issued: 28.04.2026
ISBN: ‘978-625-378-638-0’